FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Année 1913

THÈSE

N° 1022

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Marius Adolphe AUGIER

CHEF DU LABORATOIRE D'ANATOMIE
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Né à Barenton (Manche).

RECHERCHES

SUR

L'OS FRONTAL DE L'HOMME

SON DÉVELOPPEMENT NORMAL ET ANORMAL

(Travail du laboratoire d'Anatomie de M. le Professeur A. NICOLAS)

Président : M. ANCEL, *professeur*

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE ET SCIENTIFIQUE

AMÉDÉE LEGRAND

36, RUE SERPENTE, 36

1913

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547222_0057

FACULTÉ DE MÉDECINE DE NANCY

Année 1913 — N° —

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

PAR

Marius Adolphe AUGIER

CHEF DU LABORATOIRE D'ANATOMIE
DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Né à Barenton (Manche).

RECHERCHES

SUR

L'OS FRONTAL DE L'HOMME

SON DÉVELOPPEMENT NORMAL ET ANORMAL

(*Travail du laboratoire d'Anatomie de M. le Professeur A. NICOLAS*)

ACAD. LUGD.BAT. BIBL.

Président : M. ANCEL, *professeur*

PARIS

LIBRAIRIE MÉDICALE ET SCIENTIFIQUE

Amédée LEGRAND

36, RUE SERPENTE, 36

1913

A MA MERE

A MON PÈRE Docteur AUGIER (Raoul Gineste)

Chevalier de la Légion d'honneur

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR ANCEL

Professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine
de Nancy

A MON MAITRE

Monsieur le Professeur A. NICOLAS

Professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine
de Paris

En faible témoignage d'une profonde admiration et d'une sincère reconnaissance.

A Monsieur le Professeur ROUVIÈRE

Professeur agrégé d'Anatomie
Chef des Travaux pratiques d'Anatomie à la Faculté de Médecine
de Paris

A Monsieur le Professeur R. GRÉGOIRE

Professeur Agrégé d'Anatomie à la Faculté de Médecine
de Paris
Chirurgien des Hôpitaux

A Monsieur le Docteur VIGOUROUX

Médecin en chef à l'Asile de Vaucluse

AVANT-PROPOS

Nous avons eu l'honneur et la bonne fortune dès le début de nos études médicales de travailler dans le laboratoire de M. le professeur A. Nicolas.

Et nous ne saurions commencer ce modeste travail sans dire combien la bienveillance et la haute compétence de notre maître nous vinrent journellement en aide.

Il serait sans doute prétentieux de notre part de nous compter déjà parmi la brillante phalange de ses élèves, qu'il nous excuse néanmoins si nous avons la légitime ambition de prendre rang un jour parmi eux.

Que M. le professeur Ancel qui nous a fait le très grand honneur d'accepter la présidence de notre thèse, que M. le professeur Bouin, MM. Lucien, Collin, professeurs agrégés ainsi que tous les professeurs de la Faculté de Nancy veuillent bien accepter nos sentiments les plus sincères de reconnaissance pour le bienveillant accueil que nous avons trouvé auprès d'eux.

Nous adressons nos plus sincères remerciements à Mademoiselle M. Adam qui nous a apporté dans cette thèse sa précieuse et gracieuse collaboration technique et artistique.

I

Introduction

« La nature semble avoir formé les différentes espèces et leurs parties correspondantes sur un seul plan qu'elle sait varier à l'infini. »

CONDORCET.

Le frontal est défini topographiquement chez tous les Vertébrés. Situé entre le *pariétal*, le *sphénoïde*, le jugal, le maxillaire supérieur, l'ethmoïde, le lacrymal et le *nasal*, il prend part à la constitution de la *cavité oculaire*, de la fosse temporale et de l'*étage supérieur du crâne* protégeant la partie la plus antérieure du cerveau. Suivant l'étendue plus ou moins grande de l'une ou de l'autre de ces trois loges, c'est-à-dire des organes qu'elles contiennent, suivant aussi celle des régions et des organes avoisinants pouvant influencer la forme, la grandeur de ces loges, il se modifie morphologiquement dans une certaine mesure mais il garde, de par ses rapports et ses fonctions, des caractères d'individualité essentiels et par là même mérite dans toute la série des Vertébrés d'être homologué d'un animal au suivant comme du premier au dernier si tant est que tous ces Vertébrés constituent entre eux une suite réellement hiérarchisée.

Un fait pourtant a embarrassé les anatomistes ; c'est que

chez certains Vertébrés, dits inférieurs, Reptiles par exemple, le frontal est composé de plusieurs pièces, six pour le moins, alors que chez d'autres, dits supérieurs, Mammifères, le frontal est composé de deux pièces et même d'une seule de telle sorte qu'il n'est un os, frontal unique, que chez ceux-ci, étant chez les autres plutôt un assemblage, un complexe, un système, une région.

On a tenté de résoudre le problème en étudiant de plus près la constitution du frontal unique des Mammifères, de l'Homme en particulier, son embryogénèse, sa tératogénèse, en recherchant dans son développement, dans sa vie normale si l'on peut dire et aussi dans ses anomalies, dans ses tares, la pluralité d'éléments qui caractérisent les Vertébrés inférieurs, Reptiles, Reptiles fossiles, Poissons. Y est-on arrivé?

C'est ce que nous allons examiner dans ce travail en exposant les faits découverts, les théories soulevées à leur propos, en les critiquant et en apportant de notre côté, en observation, une modeste part contributive à la solution de ce problème très vaste et très complexe.

« Ne pas accommoder les choses à son esprit mais soumettre son esprit à la nature des choses ». Tel est ce précepte rigoureux de Riolan auquel nous ne devons pas manquer.

II

Plan. Méthodes techniques. Matériel

Plan. — Après avoir dit un mot sur la constitution du frontal chez les Mammifères, de la région frontale chez les Vertébrés inférieurs, énuméré les pièces qui la constituent, nous examinerons les preuves embryologiques et tératologiques apportées par divers anatomistes pour baser l'existence des sus-dites chez l'Homme. C'est ainsi que nous étudierons ou rechercherons les centres : frontal principal, pré-frontal, sus-orbitaire, post-frontal, bregmatique, coronaux, métopiques, post-orbitaires, mammal, tous d'origine sous-dermique. Nous rechercherons s'ils existent réellement, normalement, anormalement, s'ils existent en totalité ou sous forme de traces et dans ces cas leur développement, importance, étendue, forme, rapport, rôle et fréquence statistique nous intéresseront.

Nous étudierons de même d'autres centres orbitaires postérieurs, spinal, ptérique, ayant une autre origine, cartilagineuse. En somme nous essayerons de vérifier dans les détails, en ce qui concerne la portion antérieure du squelette neurocranien, le grand principe d'Haeckel et Fritz Müller « La phylogenèse est la cause de l'ontogenèse ». Mais respectueux de la valeur de chaque fait, peut-être conclurons-nous différemment ?

Méthodes techniques. — Pour étudier le développement des os, nous ne nous sommes pas contentés des vieilles méthodes, impropres aux embryons et jeunes fœtus, de dissection, ébullition, macération, avec lesquelles cependant les vieux anatomistes comme Kerkringius, Albinius, Nesbitt et même Béclard et Rambaud et Renault ont produit des œuvres remarquables ; nous nous sommes servis de deux méthodes nouvelles dont une toute récente : méthode de Schultze et méthode de Spalteholz.

Méthode de Schultze. — La méthode de Schultze (117) est une méthode chimique ; elle emploie pour rendre les embryons ou les fœtus *transparents* à l'exclusion des formations osseuses, des solutions de glycérine et de potasse ; mais elle demande beaucoup de temps, des jours, des semaines et même des mois. Plus le fœtus est gros, plus il sera long à préparer, sans dissection bien entendu. Néanmoins quand la pièce est par trop volumineuse, quand on a affaire à un fœtus de plus de cinq mois, quand surtout l'on traite des sujets déjà envahis par la graisse ou très hématomisés comme cela est fréquent, l'on peut enlever *grosso modo* une partie des chairs en se tenant à assez de distance du squelette pour être sûrs de n'avoir pas enlevé de grains osseux, si ténus soient-ils. Car cette méthode est intéressante non seulement par les pièces d'ensemble démonstratives qu'elle peut faire obtenir, mais surtout par la finesse des détails et l'entière vérité qu'elle sait donner. Elle est intéressante encore par l'exactitude des rapports des pièces osseuses entre elles. Si sous l'influence des fixateurs, les fœtus se recroquevillent, sous l'influence secondaire de la glycérine et potasse, ils récu-

pèrent au contraire leurs formes primitives et peuvent même gonfler exagérément quand on ne manipule pas régulièrement les doses. L'étude des fontanelles, des espaces suturaux est donc intéressante dans ces conditions.

Nous avons dit qu'il nous avait été personnellement impossible de faire disparaître la graisse. Les hématomes s'en vont difficilement. Les tissus très vascularisés résistent également, aussi est-il indispensable d'enlever les viscères abdominaux, thoraciques et le cerveau, par de courtes ouvertures en des points inintéressants pour l'étude que l'on se propose, à moins cependant que l'embryon ne soit petit.

Nous avons ajouté à la méthode, après le temps de fixation, l'emploi de l'eau oxygénée. La matière colorante du sang disparaît très vite et les opérations ultérieures sont très abrégées, mais il persiste souvent après, surtout si les tissus sont de forte épaisseur, une légère opalescence. Hill recommande également en cas d'extravasa sanguins l'emploi durant quelques jours d'AzH^{4}OH mélangé à une faible quantité de KOH.

L'éclaircissement commence en général par les pieds, les mains et les os de la calotte cranienne. Les os des cuisses, des jambes, bras, avant-bras, les corps vertébraux, plus profonds sont plus longs à apparaître ainsi que les os du massif facial et de la base cranienne.

Ces remarques personnelles faites, voici comment Schultze conseille d'opérer :

a) Pour les embryons de moins de 4 moïs :

1° Fixer et durcir dans *alcool* à 95° (à renouveler durant 8 ou 10 jours) ou bien fixer dans bichromate de potasse.

On peut utiliser de vieux embryons ayant séjourné longtemps dans l'alcool.

2° Transporter l'embryon dans KOH à 3 % (à renouveler).

Le squelette apparaît en 24 heures. Quand la colonne vertébrale se montre, transporter :

3° dans { *glycérine* pure. . . . . 25 ; eau . . . . . 75 ; formol commercial . . . . . 0,5 }

(Renouveler ce liquide quand il brunit).

4° Conserver dans glycérine pure.

b) Pour les embryons de 4 à 8 mois la fixation à l'alcool 95° doit être plus longue. Renouveler.

c) Pour les embryons de 8 mois :

1° Fixation à l'alcool 95° très longue ou au bichromate de potasse ou au liquide de Müller.

2° Transporter l'embryon dans { glycérine ; eau ; KOH } aa.

Renouveler fréquemment.

Un des temps importants dans ces manipulations c'est la fixation. Plus elle est longue, plus rapide et plus complète est ensuite l'éclaircissement. Nous avons presque toujours employé l'alcool à 95°. Le bichromate crée des ennuis par sa couleur.

Mall (83) qui s'est servi avec succès de la méthode de Schultze a pu utiliser de *petits* embryons fixés non dans l'alcool mais dans le formol. Il employait alors une solution de KOH à 10 %.

Il a également primitivement coloré les os en rouge avec de l' « alun cochineal ». Enfin pour les petits em-

bryons (de 10 à 100 millimètres) il a modifié ainsi la méthode de Schultze :

1° Fixation alcool.

2° Passage dans KOH à 1 % (durant quelques heures).

3° Passage dans { eau . . . . . 79 / glycérine . . . . . 20 / KOH 1

(Durant des jours et des... mois).

De temps à autre, pour hâter, remettre durant quelques heures l'embryon dans KOH à 3 %.

Quand l'embryon est éclairci convenablement, le faire passer dans des solutions hydro-glycérinées de plus en plus fortes ; terminer par une solution conservatrice de glycérine purissimum.

Comme milieu conservateur nous avons employé la glycérine et mieux la *gélatine clarifiée* ce qui permet (avec des bocaux quadrangulaires) de regarder la pièce en toute position et au besoin pour les détails avec la loupe stéréoscopique.

Quand la pièce à éclaircir est trop grande, quand on désire faire une préparation locale plus qu'une préparation d'ensemble, on peut la fragmenter. En ce qui concerne le crâne nous nous en sommes tenus aux trois sections suivantes : médio-sagittale, horizontale, frontale (coupe n'intéressant que les pariétaux et le sphénoïde postérieur).

Ces sections sont nécessaires si l'on veut photographier les préparations, l'éclairage étant rendu plus vif.

Pour faire de jolies préparations démonstratives, d'ensemble, on peut couper l'embryon ou plutôt le fœtus en deux par une section sagitto-médiane de tête, cou, tronc. Coller chacune des moitiés sur une lamelle de verre très

mince et de grandeur appropriée (au fœtus et au bocal) au moyen d'un peu de gélatine chaude, immerger et disposer élégamment dans un bocal quadrangulaire rempli de glycérine pure ou de gélatine.

Disons, en terminant, qu'ayant eu l'occasion de visiter le Muséum de Hunter à Londres, nous eûmes le plaisir d'admirer des préparations telles qu'en donne la méthode de Schultze, préparations remontant à de longues années et faites, suivant M. le professeur Keith, par *Beale* vers 1853.

Méthode de Spalteholz. — La méthode précédente donne de très beaux résultats mais est longue. La suivante, méthode physique, est beaucoup plus rapide et ne le cède en rien à la précédente quant à la finesse et à la netteté des détails, au contraire.

Elle ne nécessite pas plus de dissection. Son auteur l'a exposée tout au long dans un petit ouvrage (121). Nous ne ferons que la résumer telle que nous l'avons employée, car elle est susceptible en outre de très nombreuses applications.

Elle comprend deux temps principaux : *coloration des organes calcaires en rouge* et *éclaircissement*.

1° Fixation au *formol* ou au liquide de Kaiserling ou à l'alcool 95° ou au sublimé.

De préférence le formol 2 à 5 % pendant quelques jours.

2° Passage à l'eau oxygénée à renouveler pendant plusieurs jours.

Eau oxygénée.	100
Formol	1
Ammoniaque	quelques gouttes

L'ammoniaque sert à neutraliser l'acidité de l'eau oxygénée impure du commerce. Ne pas prendre garde au précipité blanc qui se forme alors.

3° Laver eau courante, 1 jour ou 2.

4° Passage dans alcool de 35°... à 70°.

5° Coloration avec les trois solutions suivantes que l'on ne mélange qu'au moment d'opérer :

a) *Alizarine* cristallisable rouge (solut. sat. dans alcool 95° et filtrée) 9cmc

b) *Alizarine* cristallisable bleue (solut. sat. dans alcool 95° et filtrée) 1cmc

c) Alcool à 70° 190cmc

Ajouter également quelques gouttes (4 à 5) d'acide acétique et la mixture totale devient *jaune d'or*.

Laisser colorer quelques jours (on se rend facilement compte des progrès de la coloration).

6° Passage dans alcool 70°... à 100°.

La déshydratation *absolue* est nécessaire.

7° Passage dans *Benzol* pendant 2 jours (à renouveler 1 fois).

8° Placer l'objet dans le mélange suivant :

Benzoate de Benzyle . . . . . 3 parties

Essence de Wintergreen . . . . . 5 »

9° Placer l'objet dans ce mélange sous la cloche d'une machine à faire le vide durant plusieurs heures, de façon à chasser le benzol qui seul est volatil.

10° Arrêter l'opération et laisser la pièce dans ce mélange éclaircissant et conservateur.

Le temps le plus délicat de l'opération est la coloration et la déshydratation. Cette méthode est beaucoup plus coûteuse que la précédente mais plus rapide et plus sûre. Les détails osseux en rouge sont des plus fins. C'est évidemment la méthode idéale. Elle a été d'ailleurs parfaitement réglée par son auteur.

Le mélange éclaircissant peut être fait dans d'autres proportions que 3 et 5 si la transparence n'est pas absolue. Dans ce cas c'est le cartilage qui apparaît légèrement opalescent. Ce défaut nous a souvent servi à son étude (en dehors des méthodes de Van Wijhe et de Lundwall).

L'opalescence peut également tenir à l'imperfection de la déshydratation ou à des résidus de benzol.

Méthode pour l'étude des os wormiens. — Notre méthode est d'une simplicité enfantine. Nous l'expliquerons vu les excellents résultats qu'elle nous a donnés. Elle n'est utile que pour les os de la calotte cranienne, chez les fœtus de 6 à 9 mois.

1° Après avoir séparé, d'un coup de scie, la calotte cranienne de la base (à une hauteur variable), nous enlevons le cerveau et les parties molles (ce qui est rapidement fait, la peau et les muscles n'adhèrent pas ou presque) tout en respectant le périoste et les membranes interosseuses. Et nous laissons la calotte soit dans l'eau courante, soit dans l'eau oxygénée. En quelques heures elle est blanchie.

2° Nous redonnons la forme primitive et réelle à cette calotte en matelassant l'intérieur avec une matière malléable, cire, pastelline, etc. Mettre ainsi la pièce à sécher.

3° Au bout de 24 heures la calotte est entièrement sèche, dure, rigide et gardera sa forme normale. Retirez la cire intérieure. Les rapports des os ne sont pas changés. Les membranes fontanellaires et suturales sont *tendues*. De plus elles sont *transparentes* ce qui permet de limiter les os.

Les plus fins détails des bords de ces os et les plus petits os wormiens apparaîtront parfaitement, lorsqu'on aura, avec un pinceau, *enduit de vernis noir* la face *interne* de la calotte cranienne. Vernir la face *externe* de vernis translucide.

Cette méthode si simple permet d'étudier tous les os wormiens quelle que soit leur grosseur, les fontanelles, les rapports des os, le volume, la forme générale de la calotte chez le fœtus.

Matériel. — Le matériel sur lequel nous avons fait porter sinon toute, du moins la majeure partie de notre travail (nous le spécifierons d'ailleurs dans la suite) est assez considérable.

Au point de vue embryologique nous avons préparé, dans le laboratoire de notre maître M. le professeur Nicolas, sous sa direction, par les méthodes ci-dessus indiquées de Schultze et de Spalteholz, 34 embryons et fœtus humains de 32 millimètres à 220 millimètres.

Par la macération ou l'ébullition nous avons préparé 50 crânes de fœtus humains de 7 à 9 mois. Par la méthode précédemment indiquée nous avons étudié 54 calottes craniennes de fœtus de 6 à 9 mois. Nous avons également complété nos recherches chez l'Homme par des recherches embryologiques chez le porc (*Sus scrofa*) ; nous avons ainsi traité par la méthode de Schultze, 15 embryons de 24 millimètres à 64 millimètres. Nous avons préparé de la même façon quelques embryons de brebis (*Ovis aries*), cobaye (*Cavia cobaya*) et souris (*Mus*).

Au point de vue tératologique nous avons examiné tant au Musée Broca, au Muséum d'Histoire naturelle de Paris qu'au Hunterian Museum de Londres, grâce à la bienveillance des éminents professeurs Manouvrier, Verneau et Keith, environ 6180 crânes humains de tout âge et de toute race.

Nous avons trouvé enfin au laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum de Paris, des documents ostéologiques variés, grâce à l'amabilité de M. Dr Anthony.

III

Le Frontal unique de l'Homme et sa pluralité chez les Vertébrés inférieurs

Nous ne voulons nullement reprendre l'homologie exacte et complète du frontal ou des frontaux chez les Vertébrés. Cette comparaison longue et délicate nous entraînerait fort loin et ce n'est pas là le but de ce travail. Nous résumerons le plus brièvement possible les travaux d'auteurs plus compétents que nous sur cette matière. On pourrait cependant s'étonner de nous voir rechercher chez les Mammifères l'existence de pièces dont la signification est loin d'être établie chez des Vertébrés inférieurs. Il serait logique de parfaire l'étude d'êtres relativement simples comme les Poissons, les Reptiles, avant d'attaquer celle de l'Homme. Cette logique peut cependant n'être qu'apparente et en tous cas de multiples conditions s'opposent à sa réalisation immédiate.

S'il faut en croire, et nous le croyons, le philosophe dont nous épigraphions la pensée en tête du premier chapitre de cet ouvrage, la nature a bâti les êtres sur un seul plan ou plutôt les êtres sont bâtis sur un même plan général, peu importe, au point de vue théorique tout au moins, que nous nous adressions à tel ou tel de leurs représentants.

La question que nous nous poserons dans ce travail est uniquement la suivante, au point de vue doctrinaire, dogmatique : retrouvons-nous chez l'homme, en ce qui concerne le squelette de la région frontale, les mêmes dispositions que certains auteurs ont trouvées chez d'autres animaux?

Nous n'allons parler, en conséquence, de ces dispositions chez les autres animaux qu'à titre de souvenir, simplement pour en donner une définition et fixer ainsi la *valeur des termes* que nous emploierons.

Chez l'Homme, chez les Primates, adultes, il existe un frontal impair dit *unique*. Chez d'autres Mammifères (Rongeurs, Carnivores, etc...) ce frontal est divisé en deux moitiés symétriques *hémifrontal* droit et gauche, ayant, à peu de choses près, les mêmes rapports, fonctions que le frontal unique des précédents ; les deux moitiés ont d'ailleurs avec l'âge une facile tendance à la fusion.

A chaque hémifrontal on distingue entre autres détails : une *pars frontalis* ou verticalis, une *pars orbitalis* ou horizontalis, une *pars temporalis*, un *tuber nasale* ou apophyse orbitaire interne, un *tuber jugale* ou apophyse orbitaire externe, un *tuber frontale* ou bosse frontale, *tuber superciliare* ou arcade sus-orbitaire, spina nasalis, glabella, fovea trochlearia, trou ou échancure sus-orbitaire, incisura ethmoïdalis, sutura metopica, coronalis, sphenoïdalis, ethmoïdalis. Tels sont les termes généraux que nous emploierons.

Chez les Reptiles et Amphibiens chaque hémifrontal se compose d'au moins trois pièces : *le frontal moyen* ou *principal*, formant quelquefois peu ou point du rebord orbitaire, et s'articulant avec le frontal homonyme du côté opposé,

le pré-frontal, le post-frontal, le pariétal ; le frontal antérieur ou *pré-fontal* très développé en général, formant le *tuber nasale* et s'articulant avec le nasal, le frontal principal, le pré-frontal homonyme opposé ; il forme le tiers ou la moitié interne du rebord orbitaire supérieur et souvent une grande partie de la paroi orbito-nasale ; le frontal postérieur ou *post-frontal* formant la moitié ou le tiers

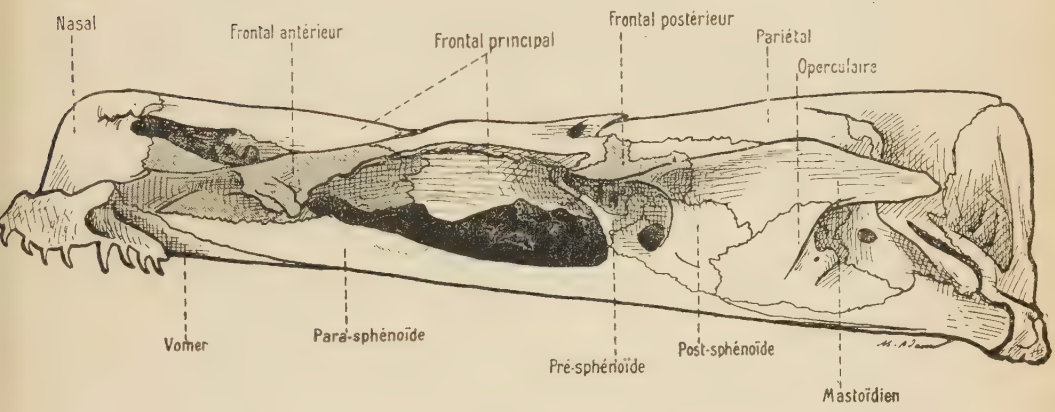

Fig. 1.
Crâne de Colin (Gadus ?). Réduit de 1/3.

postérieur du rebord orbitaire supérieur et s'articulant avec le frontal principal, le pariétal, le jugal, le tympanique... et souvent le pré-frontal. Il correspond au *tuber jugal* des Mammifères.

Ces pièces osseuses présentent suivant les espèces des variations dans le détail desquelles nous n'entrerons pas. Disons simplement que le pré-frontal présente des rapports avec le lacrymal, s'unit, se confond quelquefois avec et que le post-frontal, caractère sur lequel Maggi a insisté avec raison, fait toujours partie du cercle orbitaire.

A ces trois pièces fondamentales peuvent s'en adjoindre d'autres. Entre le pré-frontal et le post-frontal, sur le rebord orbitaire supérieur, peut s'intercaler une ou plusieurs pièces dites *sus-orbitaires* (Lacertiliens).

Les frontaux principaux (Lacertiliens) peuvent se diviser (Maggi) chacun en deux pièces *antérieure* et *postérieure* ou bregmatique.

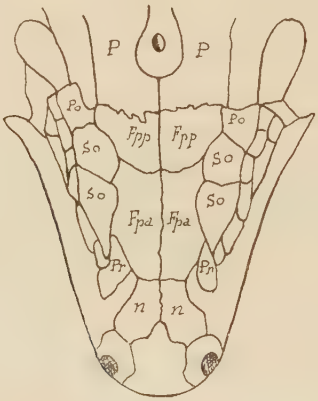

Fig. 2.
Crâne de Lacerta agelis, d'après Parker.
(*in* Maggi et Frassetto).

Enfin dans la *pars orbitalis* entre le post-frontal et le frontal principal on peut également trouver (Reptiles fossiles) une ou plusieurs pièces appelées *post-orbitaires* (également chez les Crossoptérygiens et Ganoïdes). Chez les Poissons la disposition est en général moins complexe. On distingue trois frontaux antérieur, moyen, postérieur cartilagineux ou d'origine chondrique. Mais étant donné que le cercle orbitaire est incomplet, le frontal postérieur joue un rôle spécial et semble n'être pas homologuable à son

homonyme des Reptiles. Aussi le nomme-t-on habituellement *sphénotique* (Parker).

Certains Ganoïdes (Acipenseridés) présentent en particulier des plaques ostéodermiques *medio-frontales*, *fronto-pariétales*, temporo-pariétales, sur lesquelles Maggi a insisté (on les retrouve chez les Stégocéphales, Reptiles fossiles et les Crossoptérygiens).

En somme pré-frontal, frontaux moyens antérieur et postérieur, post-frontal, sus-orbitaire, plaques ostéodermiques médio-frontales, pariéto-frontales, sphénotiques, telles sont les principales pièces que certains auteurs, Serres, Sutton, Baraldi, Maggi en particulier ont essayé de retrouver chez l'Homme ou chez les Mammifères. Nous les suivrons dans leurs recherches en reprenant l'étude du frontal, son embryogenèse, sa tératogenèse, son histogenèse.

IV

Le Centre frontal moyen ou principal

Si Galien, ainsi que le dit Le Double, semblait ignorer que le Frontal fût primitivement constitué d'au moins deux segments, hémifrontal droit et gauche, les anatomistes des XVII^e^ et XVIII^e^ siècles ne l'ignoraient point : Fallope (1561), Eysson (1659), Coiter (1659), Kerkringius (1670), Baster (1731), Albinus (1733); Vater (1735), Nesbitt (1754), Bertin (1754), etc., pour ne citer que ceux que nous avons consultés, ont écrit, pour leur époque et étant donnés les faibles moyens d'investigation dont ils disposaient, des Traités d'ostéogénie vraiment remarquables et ont entrevu les points principaux du développement de cet os.

Si Albinus, ainsi que nous le verrons plus loin, a introduit le premier une division dans la trame osseuse primitive du frontal, il n'a pas été suivi dans cette voie par ses contemporains et la plupart des anatomistes qui leur sont postérieurs ont également adopté les conclusions de Nesbitt et de Bertin : Béclard (1819), Meckel (1825), Bichat (1829), Quain (1849), Humphry (1858), Calori (1853), Baraldi (1885), Ficalbi (1890), Romiti (1896), Staurenghi (1898), Toldt (1900), Mall (1906), etc. Tous ces auteurs n'ont vu qu'un centre d'ossification pour chaque hémi-frontal. Le

terme centre frontal moyen ou principal serait donc inutile.

Si quelques auteurs modernes décrivent d'autres noyaux complémentaires, très discutés d'ailleurs, par contre tous reconnaissent que le centre principal est le premier en date à apparaître et qu'il joue le rôle prépondérant dans le revêtement osseux de la région antérieure du crâne. Chez l'adulte il correspond à toute l'étendue de l'hémi-frontal ou frontal latéral, ou frontal, pour les auteurs qui nient les autres adjuvants ; pour ceux, au contraire, qui lui adjoignent des satellites ou des compléments il a une moindre superficie dont on se rendra compte lorsque nous aurons étudié la part qui revient ou peut revenir à ces derniers.

Chez l'embryon il apparaît, suivant Nesbitt, entre le 2e et le 3e mois, entre le 1er et le 2e mois pour Tarin, Ruysch, Meckel, vers le 75e jour suivant Serres, le 65e ou 70e suivant Rambaud et Renault, le 42e jour suivant Béclard ; les travaux modernes ont fixé ce point avec une précision plus grande ; vers le 56e jour, nous dit Mall, au stade de 31 millimètres.

Le plus jeune stade embryonnaire que nous possédions et auquel, comme Mall nous avons appliqué la technique de Schultze, est long de 32 millimètres du vertex au coccyx. Il montre un frontal tout à son début de formation mais laisse supposer qu'il existe un stade légèrement antérieur.

La situation occupée par ce noyau primitif est difficilement repérable chez l'embryon. Elle a été très discutée par les anatomistes de tous les temps parce qu'ils ont

voulu la ramener à des saillies voisines : bosse frontale, arcade sourcilière qui n'existent alors encore pas. De plus, le crâne embryonnaire et fœtal subit progressivement de grands remaniements dans sa forme générale et locale, frontale en particulier. Les premiers anatomistes (Fallope) situèrent le centre du développement au point précis de la bosse frontale, parce que chez un fœtus à terme et même chez un jeune enfant c'est le centre des rayons osseux qui s'étendent de là en tous sens vers la périphérie de la pars verticalis ou frontalis. Cette bosse, et surtout la disposition rayonnée de la substance osseuse, s'efface avec l'âge. Quelle que soit sa signification, qu'elle soit d'origine mécanique (Sergi), qu'elle soit un centre spécial superposé (Maggi) et nous en reparlerons, elle n'est qu'un stade dans l'évolution morphologique du frontal, ni le dernier, ni le premier.

C'est à la partie toute inférieure de la future pars verticalis du frontal, dans le tissu membraneux qui seul préserve le cerveau à cette époque, qu'apparaissent les premiers rudiments osseux. Selon Humphry : « le premier dépôt apparaît le long de l'arcade sourcilière. On dit communément que l'ossification commence au niveau des bosses frontales, je l'ai vue cependant commencer immédiatement au-dessus des orbites ». Nesbitt, un siècle avant, formulait la même opinion « supra orbitam se prodit semi-lunaris quædam ossea substancia ». Ruysch disait également : « circa oculorum orbitas ». Béclard, dans son mémoire sur l'ostéose, place, comme Ruysch, les premiers rudiments osseux au niveau de l'arcade orbitaire. Rambaud et Renault dans leur célèbre Traité « voient sur

chaque arcade orbitaire une ligne osseuse déjà opaque qui s'étend par un réseau à mailles assez larges sur la voûte orbitaire et sur la face antérieure du frontal ». Staurenghi situe les premiers germes d'ossification « à l'endroit où se trouvera l'arcade orbitaire ». Mall, dans son excellente monographie, dit en parlant d'un embryon de 31 millimètres : « In embryo n° 274 it forms a reticular nucleous about 4 millimètres in diameter with the orbital plate a little more developped than the rest of the bone ». Il n'y a malheureusement pas de figure. Dans Keibel et Mall, Bardeen le situe vaguement dans la région du tuber frontale.

Le plus jeune *embryon humain* que nous ayons traité est de 32 millimètres. Le diamètre maximum (bi-angulaire) du frontal est de 5 millimètres dans le sens transversal, de 3mm,5 dans le sens de la hauteur (du bord sphéno-frontal au bord fronto-pariétal). Il est constitué par un seul centre étendu en une mince plaque réticulée, de forme elliptique, à grand axe transversal, un peu angulaire en dehors et en dedans et légèrement ployée au niveau de ce qui sera l'arcade orbitaire. On peut donc déjà distinguer au frontal deux portions : pars frontalis, pars orbitalis et deux angles orbitaires interne et externe. Le tissu osseux se présente sous forme d'une lame très mince, très légère, réticulée, formée d'une seule couche de trabécules (l'aspect réticulé des os membraneux très jeunes a été signalé pour la première fois par Malpighi, 1743). Il répond assez bien à l'image de Béclard : « d'une apparence aréolaire, du tissus d'un canevas de dentelles sans broderie ». Un léger degré de coalescence entre les deux parties dessine

une ligne arquée (arcade orbitaire), convexe en avant et en haut mais nette seulement dans le tiers postérieur. La pars verticalis est plus étendue que la pars orbitalis mais son tissu est plus lâche, les mailles des trabécules plus larges. Quelques-unes vers la partie périphérique, tout en continuant le dessin des voisines, sont libres, détachées en quelque sorte.

Ce stade n'est évidemment pas le plus primitif quoiqu'il s'en faille de peu. Dans la littérature moderne aucun auteur n'a pu constater un stade où le frontal serait pour ainsi dire punctiforme. Il semble que cet os apparaît en plusieurs points simultanément. Pour le pariétal il en est de même. Le terme point d'ossification est donc inexact. Tout au plus peut-on dire *centre* d'ossification ou zone ostéogène. Les débuts de ces phénomènes d'ossification sont loin d'être aussi limités que dans les os de cartilage.

Chez *Sus scrofa* (*vc* = 24^{mm}) le centre frontal situé un peu au-dessus du rebord orbitaire était large de 3^{mm},5; la trame, à peine ébauchée, était alors beaucoup plus granulée que trabéculée : le centre d'ossification occupe donc dès son début une certaine *surface* (pars frontalis seule).

Chez un *embryon humain* de 37 millimètres le frontal est non plus elliptique à grand axe transversal mais arrondi parce que sa pars verticalis et sa pars orbitalis ont surtout grandi. Il mesure 8^{mm},5 de diamètre transversal et 6^{mm},5 de diamètre vertical. L'angle que font les deux parties est toujours très obtus mais cependant moins. La ligne de leur séparation (arcade orbitaire) est surtout opaque et épaisse en dehors, les mailles ayant disparu par coalescence

Chez un *embryon humain* de 51 millimètres, le diamètre transverse est de 9 millimètres, le diamètre vertical de 7 millimètres. L'arcade orbitaire est formée dans sa moitié postérieure; il y a non plus simple coalescence des trabécules osseuses entre elles, mais apparition de nouvelles couches disposées en forme de crête arquée. L'os est en général plus développé dans sa moitié postérieure que dans sa moitié antérieure. L'angle que font les deux parties de l'os diminue progressivement.

Chez un *embryon* de 60 millimètres, l'arcade orbitaire forme un rebord assez aigu étendu sur les trois quarts du diamètre transversal bi-angulaire. Ce diamètre cesse d'ailleurs d'être le diamètre maximum transverse, placé beaucoup plus haut sur la pars frontalis. De même le *point central* des radiations qui se précise progressivement, situé bien au-dessus de l'arcade, continuera à se déplacer, à s'élever au fur et à mesure que la matière osseuse conquerra de nouveaux territoires sur la voûte crânienne.

Chez un *embryon humain* de 64 millimètres, l'arcade orbitaire interne forme une crête s'étendant d'un angle orbitaire à l'autre. Les apophyses orbitaires interne et externe vont se former, l'externe avant l'interne.

Nous avons fait des observations analogues chez Sus scrofa, Mus, Ovis aries, Cavia cobaya.

En résumé, le frontal apparaît chez l'homme, vers le stade de 31 millimètres, sous forme d'un noyau granulo-trabéculeux, situé très peu au-dessus de l'arcade orbitaire membraneuse, dans sa partie moyenne, plutôt un peu postérieure.

Fig. 3.

Fœtus humain *vc* = 8 centimètres (traité par la méthode de Schultze). (Vue latérale droite.)

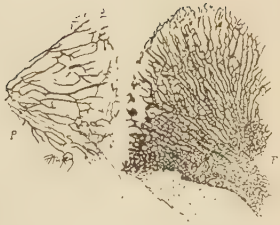

Fig. 4.

Fœtus humain *vc* = 6 cent. (méthode de Spalteholtz
Région ptérique d.

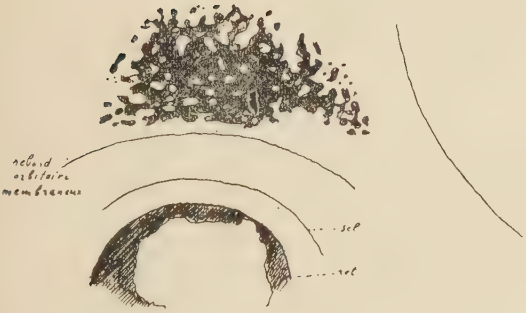

Fig. 5.

Embryon de sus scrofa *vc* = 24 millimètres.
Vue latérale droite, grossi 10 fois (traité par la méthode de Schultze).

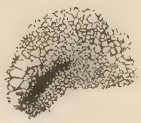

Fig. 6.

Embryon humain
vc = 32^{mm}
(Mét. de Schultze)
grossie 3 fois.
Vue latérale dr.

Le stade de 31 millimètres correspond au 56e jour suivant la nomenclature de Mall, au 62e jour suivant celle de Tourneux (143).

Le frontal commence à se développer dans sa pars frontalis, avant sa pars orbitalis, mais rapidement dans les deux sens transversal et vertical ; néanmoins d'abord surtout dans le sens transversal, puis plus vite dans le sens vertical. L'arcade orbitaire apparaît très tôt et progresse de dehors en dedans. Les deux pars orbitalis et pars frontalis situées d'abord sur un même plan ou presque se différencient en s'inclinant l'une et l'autre en arrière, de sorte qu'elles forment un angle dont le sommet correspond au rebord orbitaire et qui ira en se fermant devenant chez l'adulte soit un angle droit, soit un angle plus ou moins aigu. La fermeture de cet angle progresse aussi de dehors en dedans.

Les trabécules osseuses, lâches au début, vont en se resserrant. Disposées sur une seule couche au début, elles prennent ensuite plusieurs épaisseurs. Sans grande organisation au début, sans grand dessin, pourrions-nous dire, elles se disposent ensuite en rayons, très anastomosés, semblant émaner d'un centre situé bien au-dessus de l'arcade orbitaire. Ce centre ira progressivement en s'élevant jusqu'à devenir la bosse frontale.

V

Le Centre préfrontal

Selon certains auteurs, le centre principal que nous avons suivi dans le début de son évolution suffira à transformer tout l'espace membraneux qui est destiné chez l'adulte à porter le nom de frontal ou plutôt hémifrontal. Selon d'autres, au contraire, il n'y suffit pas et des centres complémentaires interviennent, en particulier les centres *pré-frontal* et *post-frontal* que nous allons étudier.

Chronologiquement, Albinus (1783) fut le premier à signaler une hétérogénéité dans la constitution du frontal embryonnaire, néanmoins sa conception, à l'encontre de ce qu'ont signalé quelques anatomistes modernes, ne nous semble avoir *aucun rapport* avec celle de Serres que nous verrons dans un instant. « In abortu juniore, dit-il, cui totum os magnitudinis unguis mediocris utramque illam partem *inveni* divisam in tres : superiorem quæ ad frontem pertinet, inferiorem quæ ad foramen oculi ; tertiam quæ ad caput supercilii. » La planche jointe au texte et éditée avec beaucoup de soins et de méthode pour l'époque, ne répond pas à ces dispositions vaguement situées dans le temps et dans l'espace. Dans Tarin, nous relevons le passage suivant analogue : « Le coronal est

composé dans son principe de deux portions qui *paraissent* l'être chacune de la réunion de trois, de la supérieure qui forme le front, de l'inférieure qui compose l'orbite et de la troisième qui forme la tête du sourcil. » Cet auteur est moins affirmatif dans cette erreur.

Fig. 7.
Constitution de l'hemi-frontal humain, d'après les données de Serres (schema).

Nesbitt, Bertin, Béclard et tous ceux que nous avons cités précédemment n'épousèrent en aucune façon les conclusions de leur contemporain ou prédécesseur.

Une toute autre conception devait voir le jour avec Serres (1838) et Rambaud et Renault (1864) : « Jusqu'à présent, disent ces derniers, nous avons distingué dans le frontal deux pièces principales séparées par un large intervalle. Vers le 75e jour, suivant M. Serres, apparaissent deux nouveaux éléments osseux à chaque moitié du frontal : l'un en dedans et en arrière de l'apophyse orbitaire interne, au-dessous du lieu que doit occuper le petit crochet du muscle grand oblique de l'œil ; l'autre vers l'apophyse

orbitaire externe... M. Serres a également recherché ces éléments primitifs dans les autres animaux de la première classe : c'est particulièrement dans le jeune poulain qu'il les décrit. » De plus, Rambaud et Renault n'admettent pas, ainsi que le dit Serres, que les 3 pièces de chaque hémi-frontal restent séparées jusqu'au 4e mois. « Au 3e mois, disent-ils, elles sont déjà presque soudées. » Sur les planches de leur atlas, on distingue la pièce orbitaire externe correspondant à l'apophyse orbitaire externe, mais nullement l'interne correspondant à l'apophyse orbitaire interne et soudée sans doute. Les dessins sont très schématiques.

Presque tous les Traités classiques français ont adopté leurs vues. Hamy (55) a fait des recherches semblables, mais, à notre surprise, décrit différemment les centres susdits : « L'un de ces points secondaires, le plus volumineux, se voit vers le 75e jour, au niveau de chacune des apophyses orbitaires externes ; un autre moins important surgit en même temps en dedans et en arrière de l'apophyse orbitaire interne, au-dessous du crochet du muscle grand oblique. Le point orbitaire interne, moins étendu, se soude et disparaît beaucoup plus vite que l'externe ; j'ai vu parfois chez des fœtus de 4 à 5 mois, coupant à peu près en travers l'apophyse correspondante, un léger sillon, dernier vestige d'une suture qui va disparaître, *mais il ne m'est jamais échu de discerner les contours exacts de cet ossicule sur des sujets plus jeunes.* Tel qu'il m'est apparu notamment sur un fœtus de 4 mois, le petit os était une *lamelle ongulée* de deux millimètres de hauteur. » Parlant du point secondaire externe, l'auteur s'exprime

encore plus nettement : « C'est une lame osseuse constituant au moins une notable partie de l'apophyse orbitaire externe, *superposée* aux rayons osseux émanés du centre primitif, mais ne prenant aucune part à la formation de la face cérébrale de l'os » (55).

Jhering, Spee, Maggi, Frassetto (1912) (46), décrivent après Rambaud et Renault les deux centres précités. Par contre des auteurs tout aussi autorisés, Staurenghi (134 et 128), Toldt, Mall (83), affirment que leurs contradicteurs se trompent, que les centres secondaires interne et externe ou pré-frontal et post frontal n'existent pas et reviennent aux conceptions des anciens anatomistes (Nesbitt, Kerkringius, Bertin, Béclard...).

Nos propres observations confirment cette dernière affirmation. Au surplus les scrupuleuses figures qui les accompagnent pourront faire juger en toute impartialité, d'autant plus que nous avons choisi les cas les moins typiques pour illustrer notre thèse (fig. 3, 4, 5 et 6).

Des recherches poursuivies parallèlement et avec les mêmes méthodes précises chez d'autres animaux que l'homme, *Sus scrofa* en particulier, nous ont conduit à un résultat identique.

Les os dits de membrane ne se développent pas avec la même régularité qui caractérise les os dits de cartilage. Ils ne semblent pas non plus avoir dans leur forme définitive la même fixité de contour. Dans le tissu conjonctif embryonnaire préexistant apparaissent généralement plusieurs *granules* qui s'allongeant chacun forment des *trabécules*. Les trabécules se soudent, s'anastomosent. Il en résulte une *zone de tissu réticulé*, soit frontale, pariétale, temporale,

etc... Ce réseau s'étend poussant des aiguilles calcaires comme un arbre des branches. Mais en dehors de cette zone, de ce centre ostéogénétique très actif, *sur son pourtour* le devançant en quelque sorte on voit dans la *membrane ostéogène* frontale surgir des grains osseux, des trabécules irréguliers, sans direction d'abord bien nette, contraire parfois à celles du réseau principal. Ces formations qui seront vite absorbées par la marche envahissante de l'ossification centrale constituent tout autour et en avant d'elle (avec des variations d'un embryon à l'autre, d'ailleurs), de petits îlots au plus, auxquels nous ne pouvons pas donner le nom de centres. Eléments semés tout autour du noyau primitif, d'importance minime, de nombre assez considérable, et vite incorporés à la masse centrale, pour réapparaître plus loin d'ailleurs, ils n'acquièrent pas de personnalité et au point de vue de la situation et au point de vue de l'étendue et au point de vue de l'organisation structurale. Ces éléments sont surtout abondants dans les premiers stades. Est-ce là ce qui correspond aux centres pré- et post-frontaux de Rambaud et Renault? Ces éléments sont trop fins, ces auteurs n'auraient pu les distinguer avec les méthodes dont ils disposaient. Est-ce là ce qui peut devenir ces centres? Non plus car ils sont trop fréquents, trop abondants, *normaux* même et trop disséminés :

Embryon humain de 32 millimètres : ne présente que très peu de ces éléments dissociés. Nous n'en apercevons aucun aux angles interne et externe de l'os.

Embryon humain de 37 millimètres : légère dissociation des trabécules au-dessus de l'angle externe, dans la future région fronto-ptérique.

Embryon humain de 51 millimètres : mêmes éléments dessinant une ligne assez régulière sur toute la périphérie de l'os sauf sur le pourtour de la pars orbitalis (où nous n'en avons d'ailleurs jamais observés) ; en aucun point précis ces éléments ne prennent réellement consistance, ne forment une agglomération nette, n'offrent un indice d'organisation, à l'encontre de ce que l'on constate sur le territoire du pariétal ou de l'occipital.

Embryon humain de 60 millimètres : légère irrégularité un peu au-dessus de l'angle interne.

Embryons humains de 64 millimètres, 73, 85, 90, 91, 100, 102, 106, 115, 120, 124, 148, 150, 154, 155, 165, 170, 180, 185, 195, 220 millimètres : nous n'observons rien d'indépendant.

En résumé nous n'avons pas constaté, ainsi que le prétendent certains auteurs précités, la présence de noyaux angulaires externe et interne dans la période des 3e, 4e, 5e mois et au-delà.

Les seuls éléments que nous ayons constatés n'ont pas, de beaucoup, l'importance des noyaux décrits par Serres, Rambaud et Renault. Ils sont difficilement visibles à l'œil nu, non isolables et nous sommes certains que ce ne sont pas là les formations auxquelles ont fait allusion ces consciencieux observateurs étant donné les méthodes primitives dont ils disposaient.

Nous confirmons donc les recherches embryologiques de Toldt, Mall, Staurenghi.

Si certains auteurs ont cherché et cru trouver les deux centres pré- et post-frontaux par la méthode embryologique, d'autres, poussés par l'idée *a priori* que les deux os pré- et

post-frontaux, caractéristiques d'un grand nombre de Vertébrés inférieurs devaient sous une forme plus ou moins précise exister, en vertu des lois d'évolution, chez les Mammifères également, d'autres, disons-nous, ont recherché systématiquement tous les indices normaux ou anormaux (non seulement chez l'Homme *adulte* mais chez beaucoup d'autres Mammifères) qui pouvaient leur confirmer cette idée.

Et si nous pouvons affirmer, nous appuyant sur nos propres recherches embryologiques et sur celles d'auteurs de grande autorité, que les centres secondaires précités n'existent pas *normalement*, nous ne pouvons rejeter qu'*anormalement* ils ne puissent sous une influence occulte réapparaître (en supposant que leur présence soit une réapparition). Occupons-nous d'abord du pré-frontal.

Hamy, nous l'avons dit plus haut, a vu le pré-frontal sous forme d'une suture et tous les anatomistes qui n'ont pas fait de recherches spéciales sur le développement ont également interprété un *sillon vasculaire*, situé transversalement à la base de l'apophyse orbitaire interne, comme une suture. Semblable méprise n'est pas rare. Ce sillon est fréquent chez les fœtus âgés, même chez les enfants, il s'efface ensuite avec l'âge.

Nous avons fouillé la littérature anatomique et nous n'avons pas trouvé un seul cas *net* de pré-frontal, répondant réellement au centre de Serres, Rambaud et Renault. La figure de Maggi (in Frassetto, 46) ne nous convainc pas. Nulle trace de suture ne permet à l'auteur (comme cela est indiqué dans la légende) de distinguer cet os. Maggi, d'ailleurs après Serres, fait remonter le pré-frontal jusqu'au

trou ou échancrure sus-orbitaire qui serait alors formé, nous le verrons plus loin (p. 58) par la réunion de plusieurs pièces : frontal moyen, pré-frontal, post-frontal pour Serres, frontal moyen, pré-frontal, sus-orbitaire pour Maggi (75).

Nous avons examiné personnellement plus de 6.000 crânes très jeunes ou d'un certain âge et nous n'avons jamais rencontré le pré-frontal de Serres, de Rambaud et Renault, de Maggi, de Frassetto.

Lecourtois (69) dans une communication à la Société anatomique de Paris, présenta un crâne de fœtus âgé de 6 mois, possédant les trois centres sus-dits ; nulle description, nul dessin ne permet de tabler sur cette observation.

Sans nier qu'il ne puisse exister, nous sommes cependant presque certains de pouvoir douter qu'on l'aie convenablement, réellement encore vu.

D'autres auteurs ont recherché le pré-frontal dans un ou plusieurs os wormiens qui, s'ils ne répondent pas entièrement au pré-frontal de Serres, s'en rapprochent cependant topographiquement. Nous voulons parler des os wormiens situés entre le frontal, le nasal, le maxillaire, le lacrymal, en un mot dans le voisinage et le plus souvent sur le territoire de l'apophyse orbitaire interne (tuber nasale).

Il existe chez le fœtus un espace entre ces divers os, espace relativement d'autant plus grand et d'autant moins circonscrit que le fœtus est plus jeune. Les os se développant ne tardent pas à se rapprocher les uns des autres pour former finalement un *espace fontanellaire* losangique, médian, inter-fronto-nasal, se continuant latéralement

avec un espace membraneux allongé, fissuraire, inter-fronto-maxillaire, lacrymal, ethmoïdal. La *fontanelle naso-frontale* ou glabellaire a été indiquée pour la première fois (d'après Lecourtois) par Koehler en 1793, puis décrite par Velpeau (1835), Gerdy (1837), Malgaigne, Lecourtois (68), Pariselle, Hamy (56), Maggi (74, 79), Le Double (71), Frassetto (47). Elle peut persister chez les tous jeunes enfants suivant Hamy, Lecourtois, Le Double dans la proportion de 2,7 %. Elle peut enfin être occupée ou tout au moins être le point de départ de développement d'un os surnuméraire.

Ce dernier, quoique rare se présente avec des caractères de fixité de forme assez remarquables. Il peut occuper (en supposant que ce soit toujours le même os) quatre positions principales : l'espace *naso-frontal*, *naso-maxillo-frontal*, *naso-maxillo-lacrymo-frontal*, *maxillo-lacrymo-frontal*, *lacrymo-frontal*, et suivant les cas nous lui donnerons ces noms topographiques d'après la méthode confinale, suivant l'expression de Frassetto.

Entre ces cinq types, on trouvera des formes intermédiaires, les rapports de l'osselet variant avec sa position et sa *grandeur*. Mais s'agit-il toujours d'un processus unique se déplaçant suivant l'accroissement inégal des quatre os qui l'entourent ? A-t-il une personnalité propre, est-ce le pré-frontal ? Ou bien sont-ce plusieurs dépendances de l'un et de l'autre des os voisins ? Ou plusieurs de ces choses à la fois ?

Ce sont là des questions auxquelles certainement nous ne pouvons répondre d'une façon absolue mais que nous envisageons.

Ainsi certains *os naso-frontaux*, la plupart même, semblent devoir être et ont été rattachés aux os nasaux. Ils se présentent soit sous la forme double, bilatérale, soit sous la forme impaire et médiane (os glabellaire). Le Double (71) en représente chez *Bos taurus* un exemple coïncidant d'ailleurs avec deux osselets bilatéraux naso-maxillo-frontaux. Bolk (23), A. Weber (148), les signalent abondamment chez des singes *Siamanga syndactylus*, *Cebus capucinus*, *Macacus innuus*, *Macacus cynomolgus*,..) où les nasaux très atrophiés, écrasés en quelque sorte par les pièces maxillaires, quelquefois même (Bolk) intermaxillaires, sont dissociés ; il y a alors des cas où ces osselets sont soudés partiellement ou complètement aux nasaux, ou bien, très isolés formant des pièces aberrantes pouvant remonter jusque dans la suture métopique, véritables exemples d'émigration osseuse, enfin des cas intermédiaires.

Chez l'Homme ils sont très rares, les os nasaux étant en état de moindre régression. G. Marro cite un cas très net d'osselet se rattachant au nasal, Schwalbe, Pozzi, Zoja, Le Double, etc., citent quelques autres cas.

Certains *os naso-maxillo-frontaux* peuvent être également, tout au moins chez les singes, rattachés aux nasaux.

Les *os maxillo-lacrymaux-frontaux* sont situés d'ordinaire presque entièrement sur le territoire du lacrymal et prennent ainsi part à la formation du canal lacrymo-nasal. Signalés pour la première fois par Rosenmüller, ils ont été étudiés par Luschka sous le nom de « Nebenthränenbein », par Budge, Mayer, Zabel (150), Giuffrida Ruggeri,

chez l'homme, par Bradley chez le lion. Budge les signale 6 fois sur 184 crânes (3 0/0). Ces os en raison de leur situation et de leur fonction méritent bien le nom d'os lacrymaux accessoires ; mais normalement l'os lacrymal ne se développe que par un seul centre ossificateur. Faut-il admettre avec Hyrtl (qui l'a trouvé divisé par une suture longitudinale) et Frassetto (46) qu'il peut anormalement se développer aux dépens de deux centres ? Serait-ce bien là une explication ? D'un autre côté chez certains Vertébrés (Amphibiens urodèles et anoures, Oiseaux) le pré-frontal prend part à la constitution des voies lacrymales et se soude même au lacrymal...

L'hypothèse que cet os peut être une portion détachée du maxillaire supérieur nous semble la moins probable (Macalister). Nous la rejetons avec Bradley (25).

Les os lacrymo-frontaux situés sur le champ du frontal, au-dessous du lacrymal sont en général très petits et très irréguliers. Nous ne faisons que les signaler chez l'Homme.

Les *os naso-maxillo-lacrymo-frontaux* ne dépassent pas, comme les précédents, 1 centimètre carré de surface. Leur contour dépend de leur situation exacte. En général il est assez régulier. Quand ils sont intercalés directement entre l'apophyse montante du maxillaire supérieur et l'apophyse orbitaire interne du frontal chez l'Homme, ils prennent une forme quadrilatère (cf. fig. in Le Double, n° 71, p. 213). Cette place inter-fronto-maxillaire semble être leur position initiale car ils l'occupent exclusivement lorsqu'ils sont de petite taille ; dans ce cas ils sont *naso-maxillo-frontaux* (Cf. fig. *in* G. Marro, n° 90).

Cornevin les a rencontré chez le *porc*, le *sanglier*. Ils ont été également trouvés chez *Sus scrofa* par Macalister, chez *Bos taurus* par Bianchi, chez plusieurs *Hippopotames* par Grandidier et Filhol, Maggi (77), Cunningham, Le Double, chez *Perodicticus Geoffroyi* et *calabarensi* par Forsyth Major, chez *Macropus giganteus*, *Phascolomys platyrrhinus* par Cunningham (36), chez *Lemur* par Maggi, Cunningham, chez l'*Homme* par Staurenghi, Ranke, Giuffrida-Ruggeri (52), Le Double (71), G. Maro (90) et nous-mêmes (7).

Fig. 8.
Os naso-maxillo-lacrymo-frontal, crâne n° 5580. (Muséum de Paris.)
Vue latérale.

Les cas trouvés sont fort rares aussi bien chez l'homme (6 cas) que chez d'autres animaux. Il est vrai qu'ils s'étendent à beaucoup d'espèces de Mammifères et qu'on ne les a peut être pas recherchés systématiquement. Nous citerons les cas suivants : crâne d'Indou (Muséum de Paris) os inter-naso-maxillo-lacrymo-frontal-adulte, n° 5580 ; crâne d'Italien (Hunterian Museum) os inter-naso-maxillo-lacrymo-frontal, adulte, n° 738-1.

Dans ces deux cas (les seuls qui nous aient sauté aux

yeux dans la grande quantité de crânes que nous avons manipulés) l'osselet ainsi que le représente la figure 8, avait à peu près la même forme, les mêmes dimensions, la même situation. Il empiétait à la fois sur le champ du frontal, du maxillaire, du lacrymal. Il était bilatéral et symétrique.

Bien qu'empiétant sur le champ du frontal cet osselet est loin de former la majeure partie de l'apophyse orbitaire interne et ne répond, ni au centre pré-frontal normal de Serres qui remontrait jusqu'au trou sus-orbitaire, ni au centre pré-frontal normal de Rambaud et Renault, moins étendu mais qui coexisterait cependant encore sur ces crânes, si son existence était prouvée, avec l'osselet N. M. L. F.

Somme toute, à part quelques exceptions, les osselets précédents et surtout les N. M. L. F. paraissent pouvoir être considérés topographiquement, comme les homologues des pré-frontaux caractéristiques des Vertèbrés inférieurs. C'est aussi l'opinion de Staurenghi.

VI

Le Centre post-frontal

Nous avons suivi les premières phases du développement normal du frontal et nous avons été obligés d'avouer n'avoir pas trouvé, malgré les affirmations d'auteurs même très modernes (Frassetto 1912, 46) les centres pré- et post-frontaux signalés pour la première fois par Serres. Serres, Rambaud et Renault ont dit que le centre post-frontal, rarement visible après le 4e mois intra-utérin chez l'homme, formait l'angle orbitaire externe du frontal (tuber jugale). Hamy (55) avec quelque différence prétend qu'il apparaît comme un noyau lamelleux superposé à la face antéro-externe de cet angle. Nous supposons qu'il a conclu du fœtus à l'embryon et non de l'embryon au fœtus. On aperçoit en effet sur un crâne de fœtus humain de 5 à 9 mois, au niveau du tuber jugale quelques irrégularités de structure qui sont dues à ce que le tissu osseux se dépose à cet endroit par couches stratifiées semblant descendre, comme des coulées de matière osseuse, de la bosse frontale ; les plus profondes atteignent la périphérie de l'os (face endocranienne), les plus superficielles au contraire s'étendant de moins en moins loin (face endocranienne). De sorte que les rebords de ces dernières

forment dans la région de l'apophyse externe des crêtes ou tout au moins des *plages*, des lignes qui quelquefois très accentuées peuvent être prises pour des restes de division osseuse, de suture, mais n'en sont pas.

D'autre part, nous avons constaté maintes fois l'existence de *sillons vasculaires* transversaux et antéro-postérieurs coupant vers sa base l'apophyse orbitaire externe. Cette région est très tourmentée de même que celle de l'apophyse interne, car elle donne passage à de nombreux petits canaux vasculaires intra-osseux. Le tissu conjonctif environnant, très adhérent, y produit également des impressions. Jhering a représenté un cas de post-frontal ne se manifestant que par l'existence d'une pseudo-suture, visible sur la face exocranienne seulement et répondant manifestement aux irrégularités précédentes. Nous avons rencontré des cas semblables très fréquents à mesure que les fœtus avancent en âge, de plus en plus rares avant le 5e mois ou après la naissance.

Enfin il ne faudrait pas prendre non plus comme reste sutural le sillon, plus tard l'échancrure profonde, qui finalement se transformera en canal (9e mois) pour laisser passer de petits vaisseaux inter-orbito-temporaux et qui siège à la face *inférieure* de l'apophyse orbitaire pendant la vie fœtale, juste au point de rencontre des deux pars orbitalis et pars frontalis.

Telles sont les principales irrégularités de structure de l'apophyse orbitaire externe, s'observant chez les fœtus de 5 à 9 mois, même chez les jeunes enfants, très rarement chez l'adulte et pouvant faire croire à l'existence antérieure d'un centre secondaire.

Maggi, se basant sans doute sur l'apparition tardive de ces irrégularités superficielles de développement, prétend que le centre post-frontal peut apparaître même dans les derniers mois de la vie intra-utérine. Ce que nous rejetons.

De même que l'on n'a pas vu le centre post-frontal de Serres persistant anormalement à l'état de reste, de même ne l'a-t-on pas vu entier, indépendant, comme cela s'observe pour d'autres centres constitutifs de certains os (occipital par exemple). Sur plus de 6000 crânes humains et un grand nombre de crânes d'autres Mammifères (chat, cochon, lapin, souris, rat, chien, singe, etc.), nous sommes arrivés aux mêmes résultats négatifs.

Faut-il pour cela nier la possibilité de l'existence du centre post-frontal ? Pas le moins du monde. Il nous reste à examiner les investigations de certains auteurs parmi les os situés dans le voisinage de l'apophyse orbitaire externe du frontal, pouvant empiéter plus ou moins sur elles.

Il existe chez le jeune fœtus humain, entre le frontal, le malaire, la grande aile du sphénoïde (alisphénoïde ou post-sphénoïde) un espace interosseux, fontanellaire, qui jusqu'au 5e mois se continue en arrière avec la fontanelle ptérique et vers cette époque environ se trouve à peu près limité par suite du rapprochement de l'alisphénoïde et du frontal.

Cet espace est occupé par un tissu membraneux se continuant d'une part avec la membrane ostéogène du frontal, d'autre part avec celle du malaire. Il est destiné *normalement* à être envahi par l'ossification de ces deux os. Anormalement, il peut donner deux sortes d'osselets interca-

laires, suivant certains auteurs, nous les nommerons : *os malo-frontal* et *os sphéno-malo-frontal.*

Mais la question est beaucoup plus compliquée, car, outre ces wormiens dont nous jugerons la valeur, l'existence même, il y a ici un os voisin, le malaire ou *zygomatique* dont le développement est assez complexe et la signification (au point de vue phylogénétique) également. Tous les auteurs modernes y admettent trois centres d'ossification : infra-zygomatique, endo-zygomatique, exo-zygomatique, ces deux derniers occupant respectivement la moitié interne et externe de l'apophyse frontale du malaire et réunis souvent sous le nom de supramalaire ou épimalaire. Le problème est d'autant plus difficile qu'Albrecht, Huxley, etc., Staurenghi prennent cet épimalaire comme homologue du post-frontal des Reptiles, tandis que Maggi, fort des découvertes de Serres, Rambaud, Renault, sans s'occuper du malaire, cherche une solution, c'est-à-dire une homologie, dans l'apophyse orbitaire externe du frontal. Il modifie beaucoup cependant les données des auteurs précédents quand il dit « le centre post-frontal apparaît vers 4 ou 5 mois et quelquefois même davantage durant la vie intra-utérine. » Mais à cette époque l'apophyse orbitaire est déjà en partie formée, ce serait donc vers sa pointe seulement ou en tant que centre de superposition, ainsi que le prétendait le premier Hamy, qu'il se montrerait (55) ?

Comme preuve, Maggi (cf. fig. in n° 46 de Frasetto) cite le cas d'un crâne humain adulte présentant assez nettement, d'après sa figure, une suture surnuméraire bilatérale située de 18 à 20 millimètres au-dessus de la suture normale fronto-zygomatique. Giuffrida-Ruggeri (52) cite

deux cas analogues chez un Abyssin adulte et un Gorille. Nicola étudiant la forme de la suture fronto-zygomatique sur 400 crânes, trouve 15 fois des *traces* de suture surnuméraire *soit au-dessus*, *soit au-dessous* de cette suture normale 96). Nous-mêmes sur les 6000 crânes que nous avons manipulés, avons pu laisser passer des traces de suture, mais n'avons certainement jamais rencontré un os fronto-zygomatique entièrement indépendant.

Néanmoins, quelle que soit sa rareté, nous admettons l'existence *très anormale* d'un osselet fronto-zygomatique.

Chez les animaux qui n'ont pas de paroi orbitaire externe, où, néanmoins, existent les apophyses frontale et zygomatique incomplètes, on peut trouver dans la membrane fibreuse qui relie le frontal au malaire, un ou plusieurs nodules osseux, simples reliquats, plus ou moins aberrants, du frontal ou plutôt du malaire, tels que les ont signalés Staurenghi chez de jeunes chiens, Le Double (71) chez un fœtus de Canis domesticus major, Felis domesticus, Breschet (26). Maggi prétend avoir trouvé les os malo-frontaux chez la plupart des Mammifères, chez tous ceux qui ont une ceinture osseuse orbitaire complète et il cite les cas chez les Anthropoïdes de *Satyrus rufus*, *S. simia*, *Troglodytes niger*, *Hylobates albimanus ;* chez les Catarrhiniens de *Colobus ferruginens ;* chez les Platyrrhiniens de *Cebus fatuellus ;* chez les Ruminants de *Tragulus javanicus*, *Catoblepas*, *Antilopa corrinna*, *Auchemia vicunna*, *Dama vulgaris*, *Cervus elaphus ;* le plus souvent ils sont bilatéraux ; quelquefois unilatéraux et *surtout semi-fusionnés* soit avec le frontal, soit avec le jugal. Par induction, le célèbre anatomiste en conclut qu'ils doivent

exister chez l'homme. (Peu après il publiait le cas précédent chez l'Homme) (76 et 77).

Breschet (26), entre autre auteurs (cf. Mantiegka, 91), cite et représente fort nettement 10 cas de division transversale de l'os malaire chez le fœtus humain. La pièce malaire supérieure, très isolée, représente alors fort bien le frontal postérieur intercalé, suivant l'opinion d'Albrecht, de Dollo, de Staurenghi, entre le frontal et l'hypomalaire ou infrazygomatique. On pourrait interpréter les osselets, si rares, décrits par Maggi, comme des épimalaires peu développés et haut placés, ce qui n'expliquerait pas pourquoi on les trouve parfois soudés au frontal mais ce qui expliquerait pourquoi on les trouve d'autres fois soudés (1) au malaire. Ce serait retomber dans la conception d'Albrecht. Nous l'acceptons pour notre compte.

Maggi définit avec raison les os post-frontaux : situés entre le frontal et le zygomatique et faisant partie du cercle orbitaire. Il existe en arrière des os malo-frontaux, les os wormiens *sphéno-malo-frontaux ;* quoique faisant partie de la paroi orbito-temporale, ils ne prennent pas part à la formation du rebord orbitaire. Nous les décrirons pour cette raison, avec Maggi, parmi les post-orbitaires.

(1) Nous ne devons pas trop tenir compte de la fusion d'un os avec son voisin, pour en déduire une sorte de parenté entre eux. Il faudrait d'abord tenir compte de l'âge auquel s'opère cette fusion. Il est vrai que si deux os voisins se développent dans la même membrane ostéogène ils auront tendance à la fusion, mais ne voit-on pas d'autre part (occipital par exemple) des centres osseux d'origine cartilagineuse s'unir précocement à des centres d'origine conjonctive ?

VII

Le Centre sus-orbitaire

Poursuivant l'homologie des os de la région frontale chez les Poissons, Batraciens, Reptiles, Oiseaux et chez les Mammifères, Maggi (75 et 76) décrit chez ces derniers un *sus-orbitaire* ou supra-orbitaire situé entre le pré-frontal et le post-frontal et formant ainsi la partie moyenne et supérieure du cercle orbitaire.

Serres a considéré le trou ou échancrure sus-orbitaire comme résultant de la conjugaison des 3 os frontaux principal, pré-frontal, post-frontal qui se rencontreraient en ce point précis par leur angle. Serres étendait donc le pré-frontal et le post-frontal jusqu'à l'échancrure sus-orbitaire. (La conception de la formation de cette gouttière ou canal osseux, nous rappelle une conception analogue du même auteur, sur la formation des cavités articulaires).

Maggi intercale entre le trou sus-orbitaire c'est-à-dire l'angle externe du pré-frontal et l'angle interne du post-frontal l'os supra-orbital mais n'a montré aucune preuve à l'appui de cette hypothèse. Il est même surprenant de voir cet auteur affirmer dans son travail que l'os existait, dans le cas qu'il cite, entier et autonome,

alors qu'il est absolument impossible de voir dans sa figure (reproduite in Frassetto, nº 46) une trace quelconque de suture sus-orbito-médio-frontale. Ce jugement est aussi celui de Fusari (76). Trois os formeraient donc le trou sus-orbitaire; les autres trous ou échancrures que l'on peut rencontrer par suite de la division des branches

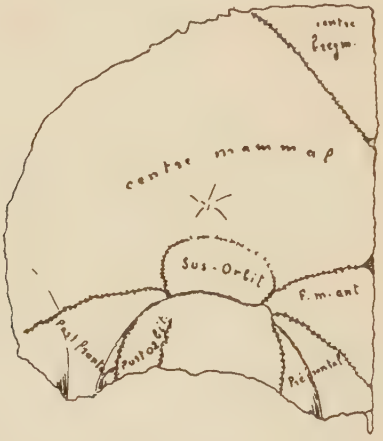

Fig. 9.
Constitution du Frontal humain, d'après les données de Maggi.

de l'ophtalmique, le long de l'arcade, résulteraient, suivant Maggi, de la conjugaison variée et variable du préfrontal, frontal-principal, sus-orbitaire, post-frontal.

Il est de toute évidence que les faits apportés par Maggi, malgré les affirmations toutes récentes mais aussi gratuites du Professeur Frassetto (1912, nº 46) ne répondent pas à ses conceptions, ni même à ses écrits. Nous n'avons trouvé dans le riche matériel que nous avons eu à notre disposition aucun indice propre à les faire accepter. Les recherches de Le Double l'ont conduit à un résultat aussi négatif (71).

VIII

Duplicité du centre frontal principal

C'est encore les hardies conceptions de Maggi que nous discuterons dans ce chapitre. Cet auteur, par analogie avec une disposition trouvée chez certains Reptiles et Stégocéphales a recherché chez les Mammifères (et même les Oiseaux) deux centres dans le frontal moyen ou principal (cf. chap. III) : le *centre antérieur* (ou inférieur chez l'Homme ou glabellaire) et le *centre postérieur* (ou supérieur ou bregmatique). Sur quels faits peut-on se fonder pour admettre cette conception, c'est ce que nous allons examiner.

Maggi a basé sa théorie sur la présence, dans la suture métopique, d'une *fontanelle* dite *métopique* ou médio-frontale.

Décrite par Gerdy (1837), Barkow, Velpeau (145), Hamy (56), Le Courtois (68), Pariselle (99), Staderini (124), Schwalbe (1901, 116), Rauber et Fischer (*in* Bolk, 24), Giuffrida-Ruggeri (53), elle existe d'après certains de ces auteurs dans 5,3 % des cas (statistique globale faite par Le Double, 71). Elle consiste en deux échancrures plus ou moins profondes, taillées dans le bord interne du frontal

droit et au même niveau dans celui du frontal gauche ; il en résulte un espace interrosseux losangique plus large en ce point, chez le fœtus humain, que dans le reste de la suture métopique. Cet espace laisse passer, si ce n'est constamment, du moins nous l'avons constaté très souvent, deux petits vaisseaux droit et gauche. Ces vaisseaux accolés ensuite contre le frontal s'impriment quelquefois sur la face externe de l'os adulte et dessinent alors un sillon transversal, une des pseudo-sutures fronto-préfrontales.

La fontanelle métopique est plus ou moins large. Il est rare chez un fœtus humain dont les hemi-frontaux sont accolés ou chez un enfant ou chez un adulte qu'elle dépasse 1 ou 2 centimètres en largeur. En hauteur elle est encore moins étendue.

Elle est située au 1/4 inférieur de la suture métopique c'est-à-dire à 2 centimètres au-dessus du nasion chez le fœtus humain à terme. Chez l'enfant et chez l'adulte, un peu plus haut par suite de l'accroissement du frontal. Suivant Maggi on peut la trouver au 1/3 inférieur, à la moitié et même au 1/3 supérieur de la suture métopique. Nous ne l'avons jamais rencontrée si haute.

En somme, on est à peu près d'accord sur ce fait : il existe assez fréquemment (peut être constamment, car au cours du développement cette fontanelle peut disparaître plus ou moins tôt) un espace fontanellaire situé dans la majorité des cas au 1/3 inférieur de la suture métopique et constatable chez la plupart des Mammifères (Maggi, 79 et 82). Nous ne saurions mieux la comparer à tous points de vue qu'à la fontanelle obélique.

Mais une fontanelle, espace interrosseux, se distingue

d'une suture en ce que trois os au moins et généralement quatre la limitent.

Un second fait, plus discutable, consiste en la présence à ce niveau de *sutures* dites *orthométopiques* (Frassetto, 45, 47), droite, gauche, continuant ou semblant continuer dans le tissu osseux frontal le grand axe du losange que représente la fontanelle.

Frassetto (45) en résumant les cas cite celui de Albinus (nous le trouvons très vague), Hamy (chez un humain *anencéphale*, discutable), Schwalbe (chez un humain *nouveau-né*), Frassetto (chez un *enfant* de 111 jours), Maggi (chez un *canis extrarius hispanicus melitaeus Fitz*), Frassetto (chez *4 ours nouveaux-nés*), Maggi (chez *Sus-scrofa*), Frassetto (chez *Equus caballus*, chez *Rupricapra tragus*), Maggi (chez *Cavia cobaya*, *Mus decumanus* nouveaux-nés) (45, 46 et 48).

Pour faciliter l'éclaircissement de ce problème, nous diviserons tous ces cas de sutures orthométopiques en deux catégories : les *sutures courtes* (moins d'un centimètre chez l'homme), *les sutures longues*, les premières pouvant n'avoir pas tout à fait la même genèse que les autres :

1° Les *sutures orthométopiques courtes* (cas type de Schwalbe) ont en général 1 centimètre au plus. Elles peuvent exister avec la fontanelle métopique, mais celle-ci est alors *en voie* de disparition. Elles peuvent exister surtout lorsque celle-ci *a disparu* ou est tout près de disparaître. Staurenghi (131) a interprété ces sutures comme des *fissures* (*fissura metopica lateralis*) et nous nous rangeons à son avis. Ce qui crée la pseudo-suture

c'est la fontanelle elle-même au cours de son oblitération. Ce qui crée l'espace fontanellaire lui-même, c'est la présence de deux vaisseaux. Il se passe à cet endroit les mêmes phénomènes que nous observons au milieu de la fontanelle obélique. Comme il existe à ses deux extrémités, droite et gauche, un vaisseau perforant, l'ossification se trouve arrêtée dans sa progression transversale ; ce sens est justement celui dans lequel sont dirigées, poussent en quelque sorte les trabécules osseuses (1 ; l'ossification se produit cependant après un temps d'arrêt, mais de haut en bas. La fontanelle *se ferme* donc dans le sens vertical. A un stade déterminé il ne persiste plus qu'une fissure transversale.

Quand on observe des crânes humains *adultes* chez lesquels l'ossification est à point, ces vaisseaux perforants sont atrophiés, ont disparu, il n'en persiste aucune trace sur l'os; dans quelques cas anormaux ou sur des crânes d'enfants on peut retrouver deux orifices vasculaires paramédians (trous frontaux, *foramina frontalia*, analogues si l'on veut aux trous pariétaux) ; ou bien une fissure allant d'un trou à l'autre, ou bien une lacune osseuse plus ou moins irrégulière, subdivisée, formant même des récessus ou fontanelles latérales, paramédianes (fig. 10 et 11).

(1) Albinus (1737) donnait une explication semblable quoique plus simpliste, de la formation de toutes les pseudo-sutures anormales, courtes ou longues, de toutes les fissures observées sur les os de membrane : selon lui, elles se produiraient par écartement des rayons osseux de l'os, rayons émanés du centre unique, bosse frontale, occipitale ou pariétale. Les fontanelles anormales correspondraient également à un écart plus considérable en largeur et moins en longueur et il employait le mot caractéristique de *hiatus*.

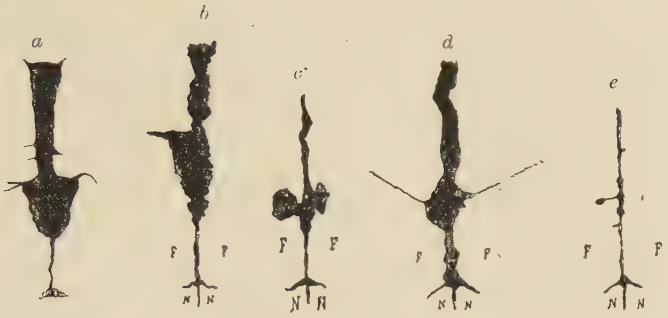

Fig 10.

Fontanelles métopiques chez des fœtus humains de 8 à 9 mois.

a) Fontanelle bilatérale type (n° 17);
b) Fontanelle unilatérale droite (n° 44);
c) Fontanelle et recessus latéraux;
d) Fontanelle et suture (?) orthométopique droite et gauche (n° 23);
e) Foramina frontalia et fissure orthométopique droite

Labor. d'anatomie, gr. nat.)

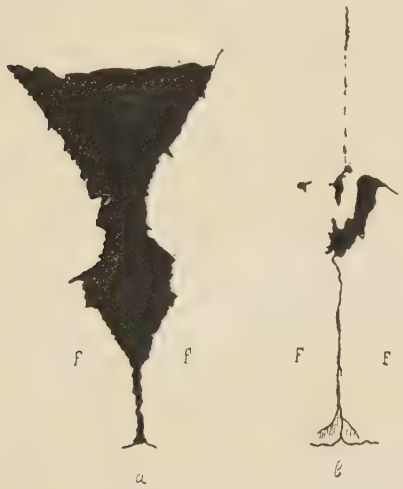

Fig. 11.

a) Fontanelle métopique chez un fœtus humain de 8 à 9 mois (n° 65);

(Labor. d'anat., gr. nat.)

b) Restes irréguliers de la fontanelle métopique chez un enfant de 2 ans.

(Labor. d'anat., gr. nat.)

Staurenghi a interprété de cette façon l'origine de ces sutures courtes chez des fœtus d'*Equus caballus, asinus, mulus, Bos taurus, Athene noctua, Strix flammea, juv.* (fontanelle constante).

Nous verrons plus loin (chap. X) que cette fontanelle peut encore être occupée par un os wormien, qui épouse en général la forme de la fontanelle, c'est-à-dire est losangique. Si cet os ne se soude aux hémifrontaux que par ses bords supérieurs, il semble avoir disparu et l'on a alors une divergence de la suture métopique en Y (Staderini, 124) et la genèse de certaines sutures courtes. S'il se soude seulement par ses bords inférieurs (Riccardi) on observe le même phénomène mais renversé, en λ. Les sutures courtes orthométopiques semblent alors se diriger vers le rebord orbitaire.

2° Maggi et Frassetto (45 et 46) sont seuls à avoir signalé quelques cas de sutures orthométopiques longues chez des Mammifères autres que l'Homme et les singes (48) *Carnivora, Angulata, Rodentia* (musée de Turin). Enfin Frassetto a interprété dans le même sens une anomalie du frontal trouvée par Hamy (55) chez un fœtus humain anencéphale. D'après tous ces exemples, sauf le dernier, la suture orthométopique traverse l'hémifrontal presque horizontalement (d'où son nom), perpendiculairement à la suture métopique et aboutit sur un point du rebord orbitaire, généralement le trou sus-orbitaire (ce qui modifie encore la constitution du cercle orbitaire, cf. chap. VII).

Chez l'Homme une suture semblable ressemblerait à s'y méprendre à la suture fronto-préfrontale suivant la conception de Serres et de Maggi lui-même.

Le frontal moyen ou principal est alors partagé en deux moitiés égales ou inégales (l'antérieure ou inférieure est en général plus petite) : *frontal principal antérieur* et *frontal principal postérieur*.

Frassetto décrivant un cas de suture orthométopique courte chez un enfant de 111 jours (crâne n° 128 du Muséum de Paris) lui indique également une direction en bas et en dehors, c'est-à-dire vers le rebord orbitaire. Nous ne comprenons plus bien alors comment le même auteur peut, sans surprise, tirer les mêmes conclusions du cas d'Hamy ; dans ce dernier, la suture orthométopique (ou supposée telle) est dirigée très en haut vers la suture coronale qu'elle atteint, limitant ainsi un osselet figurant si l'on veut un os fontanellaire bregmatique.

Au cours de nos recherches embryologiques nous n'avons constaté tant chez l'Homme que chez quelques autres Mammifères déjà cités, ni séparation dans la trame osseuse du frontal moyen ni diversion dans l'organisation architecturale de cette trame. Quant aux échancures des bords internes des hémifrontaux, formant la fontanelle métopique, nous ne les avons vues se produire que lorsque le tissu osseux atteint les vaisseaux perforants dont nous parlions précédemment. Elles sont d'autant plus nettes que le fœtus est avancé en âge. Vers le stade de 10 à 12 centimètres on peut cependant les voir apparaître.

Ainsi donc, en dehors des sutures orthométopiques longues dont l'existence n'a pas encore été suffisamment prouvée, il n'existe comme trace de la duplicité du frontal médian que la présence de la fontanelle métopique. Reste à savoir s'il s'agit bien là d'une fontanelle, non pas simple

lacune osseuse mais rencontre de quatre centres d'ossification, deux droits, deux gauches. La présence des vaisseaux perforants en est-elle une preuve?

Rabon, Zanotti (151), ont donné une toute autre explication de leur origine. Pour ces auteurs, ils seraient la trace du passage d'un organe des sens atrophié : la *paraphyse*. L'analogie entre l'obélique et la métopique serait d'autant plus grande. Les vaisseaux, derniers vestiges, suffiraient à expliquer la formation des moitiés droite et gauche de cette pseudo-fontanelle.

Bolk (24) a soutenu brillamment une théorie aussi différente. Étudiant les variations des os nasaux, il a observé que chez les Singes, ces os étaient très réduits, chez les Platyrrhiniens plus que chez les Catarrhiniens ; il a noté dans chacune de ces deux classes toute une série de formes intermédiaires entre une forme à développement maximum A et une forme atropique B. Dans la forme A, les 2 os nasaux, très minces, montent très haut entre les deux pars nasalis du frontal, occupent la portion inférieure de la suture métopique, *atteignent la fontanelle métopique*. Dans les formes intermédiaires entre A et B on voit progressivement les os nasaux se raccourcir, perdant leur partie supérieure, métopique; bientôt ils ne dépassent plus le niveau de la suture fronto-maxillaire (Platyrrhiniens), bientôt ils sont au-dessous, réduits presque à rien (Catarrhiniens). Les deux tuber nasale des hémifrontaux se rapprochent alors l'un de l'autre, formant la *portion supranasale* de la suture métopique.

Il a donc existé un stade où les os nasaux s'élevaient jusqu'à la fontanelle métopique. Ce stade justifie et

explique l'existence de cette fontanelle ainsi que sa situation. L'homme a également des os nasaux très réduits. Les mêmes faits ont pu se dérouler. La fontanelle métopique a donc la même signification.

Les faits apportés paraissent très probants chez les Singes.

Mais la fontanelle métopique existe chez beaucoup de Mammifères, chez ceux qui ont des os nasaux très développés. Chez ceux-là on observe des prolongements descendants des frontaux ou si l'on veut des prolongements ascendants des nasaux, prolongements intra-frontaux. La fontanelle métopique n'en existe pas moins au-dessus d'eux. Y a-t-il eu ici aussi réduction ?

Disons pour être complet que l'on a observé ces prolongements descendants du frontal chez l'homme, (Calori (28), Le Double 71). De même on observe fréquemment des variations dans les os nasaux de l'Homme et notamment un allongement intra-frontal de ces os pénétrant plus ou moins haut, dans le champ du frontal, jamais cependant aussi haut que la fontanelle métopique.

IX

Le Centre bregmatique fontanellaire

Ce centre répond à l'angle supéro-interne du centre principal supérieur. Son existence qui, selon certains auteurs, serait très fréquente sinon constante (Stieda) repose sur cinq ordres de faits principaux : la présence d'un *os bregmatique fontanellaire* ou os fronto-pariéto-fronto-pariétal ; la présence à sa place d'un bec ou *processus bregmatique frontal interpariétal* ; l'*asymétrie* des deux hémifrontaux à leur *partie supérieure ou bregmatique* en cas de persistance de la suture métopique chez l'adulte ; le *défaut d'ossification* d'un angle supéro-interne de l'hémifrontal ; l'*étude du développement* de l'os bregmatique unique de l'adulte.

Nous allons examiner tous ces faits.

1° Personne n'ignore qu'il existe chez le fœtus humain une fontanelle inter-pariéto-frontale, losangique, la plus large de toutes, la *fontanelle bregmatique*. Selon Pariselle (99), elle n'est jamais oblitérée à 1 an, il est rare de la trouver fermée à 2 ans, rare également qu'elle ne le soit pas (sauf rachitisme, hydrocéphalie, myxœdème) après 2 ans et demi. Nous avons refait les mêmes constatations.

La fontanelle bregmatique, avons-nous dit, a la forme

d'un losange ou plutôt de deux triangles isocèles inégaux accolés par leur base : l'antérieur, inter-frontal, est en général beaucoup plus allongé dans le sens de sa hauteur ce qui résulte de ce que les deux angles des pariétaux

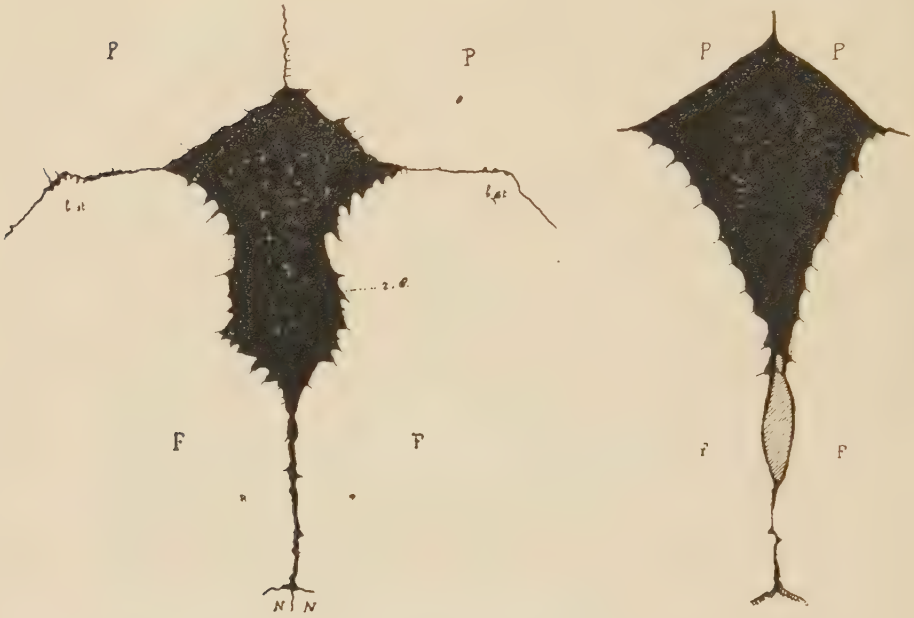

Fig. 12.

Fœtus humain à terme (n° 28).
Fontanelle bregmatique avec récessus inférieur;
b. st. Bec stéphanique bilatéral;
Foramina frontalia.
(Labor. d'anat., gr. nat.)

Fœtus humain 8 à 9 mois (n° 50).
Fontanelle bregmatique, forme classique;
Osselets métopiques;
(Labor. d'an., gr. nat.)

sont beaucoup plus vite rapprochés l'un de l'autre que les angles frontaux. Nous avons observé chez le fœtus à terme deux sortes de fontanelles bregmatiques : l'une losangique assez régulièrement, l'autre très étendue dans sa

moitié antérieure et descendant quelquefois jusqu'à la fontanelle métopique. Les bords latéraux de cette moitié antérieure (fig. 12), interfrontale, au lieu d'être en ligne droite, peuvent être échancrés en dedans, de sorte que la fontanelle semble être divisée assez nettement. Quand le crâne croît, cette dernière disposition peut s'effacer ou bien persister encore et il existe alors au-dessous de la fontanelle bregmatique propre un écart interosseux qui semble répondre aux pseudo-variétés supérieures de fontanelles métopiques décrites par Maggi; il nous semble plus logique de les considérer comme des *recessus* inférieurs (ou antérieurs) des fontanelles bregmatiques à moins que nous ne voyons dans le développement inégal (plus grand) de l'angle des hémifrontaux la preuve de l'existence d'une activité ostéogène locale particulière, même d'un centre et nous aurions bien là alors une fontanelle (*métopique supérieure*) inter-bregmatico-frontale. Elle peut être occupée par un ou plusieurs os wormiens que nous décrirons avec les os métopiques (Chap. x).

Dans la très grande majorité des cas, semble-t-il, l'extension de l'ossification des centres principaux frontaux et pariétaux suffit, chez l'enfant, à combler la fontanelle bregmatique normale.

Mais dans quelques cas, un ou rarement plusieurs os complètent ce qui est dû en apparence à l'insuffisance d'ossification des centres voisins.

Le Double fait remonter à Gunterius (1537) et à Paracelse la découverte de l'*os bregmatique* (*ossiculum antiepilepticum*) appelé plus tard à tort *os de Bertin*. Faisant une statistique globale, l'auteur trouve une fréquence de 0,6 0/0.

Gruber examinant 10500 crânes russes trouve 49 cas, c'est-à-dire 0,5 0/0. Sur 1 400 crânes adultes de toutes races, nous l'avons rencontré, toujours unique dans la proportion de 0,2 0/0. Mais certainement, ayant affaire à des crânes en général assez âgés et cet os se soudant peut-être rapidement aux os voisins, toutes ces statistiques de cimetière sont inférieures à la réalité. Ayant préparé avec le plus grand soin (cf. chap. II 54 calottes crâniennes de fœtus de 7 à 9 mois, nous avons trouvé 4 fois dans la fontanelle bregmatique une ou plusieurs granulations osseuses indépendantes larges d'un millimètre environ.

L'os bregmatique a été signalé chez un grand nombre de Mammifères par Gruber, Ficalbi, Otto, Cuvier, Staurenghi, Frassetto, Ranke (cf. Le Double, n° 71, page 169). Il est très fréquent chez certains, le *hérisson* (16 fois sur 20, d'après Le Double) et chez certains singes d'Amérique.

C'est un osselet triangulaire, carré ou rhombique, ayant comme diamètres 3, 4, 5, 6 centimètres et plus, rarement moins chez l'homme adulte, gardant sa régularité de forme chez tous les animaux. Il est le plus souvent impair, médian et symétrique. Néanmoins, on l'a rencontré double (Gulliver, 54), triple (Barclay-Smith, 12 et 13) ou multiple à l'excès (13 os wormiens bregmatiques, Barclay-Smith, 12 et 13). Quand il est simple, est-il le résultat de la soudure de plusieurs noyaux? C'est ce que nous examinerons tout à l'heure. Les anciens anatomistes (Bertin) l'ont longtemps considéré comme unique. Mingazzini, qui le croyait en rapport avec la scaphocéphalie, le dénommait *unicum os verticis*. Cuvier en faisait une entité spéciale : l'*os interpariétal antérieur*. Centonze, Ficalbi,

Coraini (33), l'ont considéré comme double et y ont distingué une *pars frontalis* et une *pars parietalis*. Les cas d'os bregmatiques doubles et disposés dans le sens antéro-postérieur sont en effet relativement fréquents. Mais comme les os bregmatiques doubles peuvent également avoir leurs noyaux disposés dans le sens transversal, il était naturel de penser à les faire dériver de quatre points d'ossification (Maggi). Avant d'étudier cette dernière conception, nous devons considérer l'os bregmatique unique sous une autre forme, le *bec* ou *processus bregmatique* du frontal.

1° Cette disposition a été signalée par Coraini (33) et nous l'avons nous-mêmes constatée maintes fois. Dans ce cas, la portion bregmatique du frontal unique s'avance assez fortement en coin entre les deux pariétaux (de même que l'on voit l'os épactal ou l'occipital s'avancer en coin entre les deux pariétaux). Tout se passe comme si un os bregmatique primitivement indépendant s'était secondairement soudé du côté frontal et pas du côté pariétal. Nous avons constaté chez certains singes (Gibbon, Colobus), la grande fréquence du bec bregmatique frontal de l'os bregmatique indépendant et de *formes intermédiaires* entre les deux dispositions précédentes ; elles doivent donc être rattachées l'une à l'autre. Les mêmes constatations sont faciles à faire chez l'Homme. La disposition inverse peut d'ailleurs se produire (*bec pariétal bregmatique*, Coraini). Elle est beaucoup plus rare. Si l'on tient compte de ces faits, la statistique des cas d'os bregmatique chez l'Homme adulte sera beaucoup plus élevée.

3° Les faits suivants tendront à nous montrer encore la présence latente de l'os bregmatique fontanellaire.

Nous insisterons d'abord sur le phénomène de la discontinuité entre elles des sutures métopiques (quand elles persistent chez l'homme adulte) et sagittales ou interpariétales (Coraini).

Cette discontinuité n'est pas constante (Bardeleben sur 25 cas de métopisme l'avait jugée constante), mais elle existe très fréquemment à un plus ou moins grand degré. Springer (123) qui, avec Coraini, Maggi, a étudié avec Stieda (135) le même point scientifique a dressé la statistique suivante : sur 64 crânes adultes métopiques, 4 fois le bregma en croix suturale parfaite existait ; 15 fois la suture métopique était médiane (nous ne parlons que de sa portion *terminale* supérieure, par conséquent nous laissons de côté les asymétries crâniennes totales), 39 fois elle était à droite, 10 fois à gauche ; 43 fois la suture sagittale était médiane, 4 fois inclinée à droite, 17 fois repoussée à gauche. Coraini a également décrit une discontinuité des sutures coronales droite et gauche.

Dans la figure 13, nous représentons les combinaisons les plus simples qui peuvent se présenter. Mais les combinaisons 1, 2, 3, 4 peuvent coexister, chacune avec 5, 6, 7, 8 de sorte que nous aurons 16 combinaisons nouvelles. De plus, si 1 et 2 coexistent, nous avons le bec bregmatique frontal ; si 6 et 8 coexistent, nous avons le bec bregmatique pariétal, etc. Ces dispositions sont observables non seulement chez l'Homme, mais chez la plupart des Mammifères.

Elles nous montrent, ainsi que le fait remarquer Coraini, que le point bregma des anthropologistes est très instable. Mais à quoi tiennent-elles ?

a) Sinuosité des sutures métopique, sagittale, coronales ?

b) Asymétrique développement des pariétaux, des frontaux ?

C) Présence au niveau du bregma d'un os bregmatique incomplètement soudé et interrompant ainsi la continuité rectiligne des sutures entre elles ?

Telles sont les hypothèses que nous devons examiner.

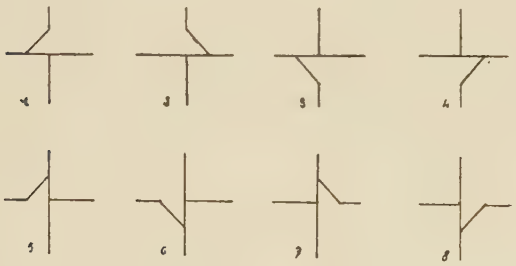

Fig. 13.

Les principales formes schématiques d'asymétrie des sutures sagittale, métopique, coronales, dans leur portion terminale bregmatique

a) Jusqu'à quel point la discontinuité des sutures métopique et sagittale existe-t-elle ? Quelle est la valeur intrinsèque du fait ? Springer nous dit que les écarts de ces sutures varient d'un minimum de 4 millimètres à un maximum de 15 millimètres chez l'homme adulte. Ce sont des écarts semblables que nous avons constatés au cours de nos recherches. Il sont faibles, d'autant plus que l'os bregmatique lorsqu'il persiste est en général volumineux. A sa terminaison supérieure la suture métopique est il est vrai *rectiligne* ou à peu près ; la sagittale, les coronales également ; au contraire (sauf la métopique) elles sont

dentelées à leur partie moyenne. Mais il suffit d'une bien faible ondulation pour produire un écart de quelques millimètres.

b) Si la symétrie des organes pairs est une règle pour ces organes considérés en totalité, un léger degré d'asymétrie est très fréquent surtout en ce qui concerne le crâne dont le développement est placé sous l'influence primaire de celui de l'encéphale, lequel est sujet à des inégalités de volume et de poids entre sa moitié hémisphérique droite et sa moitié gauche. On peut plausiblement supposer que le frontal droit l'emporte sur le frontal gauche, le pariétal gauche sur le droit et *vice versa*. Mais pourquoi cette asymétrie se manifesterait-elle si particulièrement dans la partie *confinale* de ces os, pourquoi, autrement dit, l'asymétrie n'occupe-t-elle *que* le cinquième terminal des sutures métopique, coronale ou sagittale ?

On peut penser aussi que les petits vaisseaux perforants de la fontanelle bregmatique membraneuse font obstacle, d'une façon variée à l'ossification. Que les régions fontanellaires sont des *points morts* si l'on peut dire, que l'ossification y est lente, tardive, pénible et par conséquent irrégulière. Mais ce sont là de vagues hypothèses.

c) On voit alors que l'explication de la discontinuité des sutures sagittale et coronale par la présence d'un os bregmatique plus ou moins volumineux est très défendable (Coraini, Maggi, Springer, Stieda).

4°) Etudions maintenant le développement et la constitution ontogénique de l'os fontanellaire bregmatique.

A quelle époque apparaît-il ? Combien de centres le constituent ?

Nous avons évidemment peu de documents sur ces questions.

Le Double prétend avoir observé un os bregmatique chez un fœtus humain de 4 mois et demi. Chez les 34 embryons et fœtus humains de 3 à 5 mois que nous avons éclaircis par les méthodes énoncées au chapitre II, nous n'avons pas observé une seule fois de noyaux osseux indépendants aux angles supérieurs et internes des hémi-

Fig. 14.
Fœtus hydrocéphale (9 mois), n° 36.
Quadruple centre bregmatique (réduction de moitié).
(Labor. d'anatomie.)

frontaux. La disposition rayonnée des trabécules osseuses venant de la bosse frontale est quelquefois légèrement troublée? Il semble pour des causes inconnues, vasculaires sans doute, qu'il se produise là un nouveau centre *d'activité* ostéogénétique, mais de centre indépendamment organisé nous n'en avons point constaté. Sur 54 fœtus humains âgés de 7 à 9 mois et préparés par une méthode qui nous est propre (chap. II) nous avons par contre cons-

taté 4 fois de petites granulations osseuses dans la fontanelle bregmatique. Détail important, elles étaient toujours placées *à l'un des quatre angles osseux* qui délimitent cette fontanelle, quelquefois à plusieurs angles à la fois. La figure 14, représente l'espace bregmatique d'un fœtus de 9 mois, hydrocéphale ; on distingue nettement 7 petits osselets disposés *en 4 paquets aux 4 angles* frontaux et pariétaux.

C'est le seul cas que nous connaissions qui réponde exactement à l'hypothèse de Maggi (82). Cet auteur après avoir décrit chez les Ganoides, les Stégocéphales, les Reptiles (Ichthyosauriens, Dinosauriens, Gomphodontes (78 et 81)) 4 pièces osseuses bregmatiques, deux antérieures, deux postérieures, droite et gauche ou ce qui revient au même deux frontales, deux pariétales (Coraini lui a à ce propos soulevé quelques objections (32)) a supposé également l'existence de 4 pièces ostéodermiques bregmatiques chez les Mammifères, chez l'Homme.

Le Double prétend qu'il n'existe pas dans la littérature de cas d'os bregmatique quadruple. Nous en avons cité un cas fort net précédemment chez un fœtus. La figure 15 montre un cas non moins curieux (*jeune enfant hydrocéphale*) dans lequel on voit assez nettement que l'angle de l'hémifrontal droit ne s'est pas ossifié, l'os est comme décapité ; cet arrêt de développement si localisé pourrait être interprété dans le sens de l'hypothèse de Maggi. Notons en terminant les remarques suivantes de Staurenghi (131) chez les Bovidés : « Dans la surface endocrânienne des angles supéro-postérieurs des frontaux d'un grand nombre de fœtus et de nouveaux-nés (*Bos taurus*) la table interne

semble taillée en lamelles rayonnant du bregma le long des segments médiaux de la suture coronale et du segment médial de la suture métopique. Ces lamelles ou osselets endo-bregmatiques frontaux sont le plus souvent au nombre de 2 ou 3, parfois 10 ou 12 et intéressent seule-

Fig. 15.

Enfant (1 an ?) hydrocéphale.

Absence apparente d'ossification de l'angle bregmatique du frontal droit ;

Osselet supra-nasal.

(Fig. très réduite).

ment la table interne. Ils peuvent atteindre des dimensions relativement grandes, être au nombre de 2, unis entre eux par une suture inter-endo-bregmatique. Ces osselets seraient complémentaires du frontal ». L'auteur note une disposition équivalente du côté du pariétal.

X

Centres métopiques et Centres coronaux

Nous les indiquerons brièvement. C'est Maggi qui les a unifiés en les considérant comme les restes homologues de plaques ostéodermiques caractérisant certains Ganoïdes et spécialement divers Acipensérídés.

a) Les *osselets métopiques* sont rares et irréguliers. Il faut les distinguer en *fontanellaires* et *suturaux*. Nous renvoyons en ce qui concerne la bibliographie (qui n'est d'ailleurs pas abondante) à Staderini et à Frassetto (45). Ce dernier ajoute 5 cas d'osselets suturaux (chez 2 fœtus humains, 2 enfants, 1 femme adulte). Il peut y avoir un ou plusieurs osselets superposés, en général peu volumineux (Frassetto signale chez un enfant un osselet de 17 à 18 millimètres). Sur 54 crânes de fœtus humains soigneusement préparés nous avons noté 4 fois des granulations osseuses métopiques et 1 fois 2 osselets suturaux dont l'un mesurait 14 millimètres de haut sur 5 millimètres de large (os métopique fontanellaire supérieur (cf. Chap. VIII) ou pré-bregmatique) (fig. 12).

Ces osselets peuvent occuper un point quelconque de la suture métopique mais de préférence ils siègent à sa partie inférieure : *osselets supra-nasaux*, fort bien décrits

chez les *Singes* par Bolk et A. Weber et rattachables suivant ces auteurs aux os nasaux en voie de régression ; *osselets métopiques fontanellaires*, classés suivant Bolk avec les précédents ; osselets métopiques supra-fontanellaires ou *métopiques fontanellaires supérieurs* ou *pré-bregmatiques*.

Nous n'en avons constaté aucun avant le 7e mois chez l'Homme et naturellement après très accidentellement (cf. chap. VIII); Frassetto ne signale pas ces os chez d'autres Mammifères que l'Homme. Bianchi en a néanmoins décrit un cas chez un fœtus (50 jours) de *Felis catus* (2 osselets sous-bregmatiques) (22).

b) Les ossselets coronaux sont beaucoup moins rares. On a même noté des cas où il existait un chapelet presque ininterrompu d'os wormiens allant du bregma au ptérion. Nous les distinguerons encore, avec Frassetto, en *suturaux* et *fontanellaires*.

Frassetto avec Gruber, Maggi, Pitzorno, Giuffrida-Ruggeri, etc., les a systématiquement étudiés et signalés groupes non seulement chez l'*Homme*, mais dans les principaux de Mammifères (*Primates*, *Carnivores*, *Ungulés*). Sur 1 600 crânes humains de toutes races, il note 19 cas, soit un peu plus de 1 0/0. Sur 54 crânes de fœtus humains de 7 à 9 mois nous trouvons 7 fois des granulations situées presque constamment vers la partie moyenne de la suture coronale latérale, paires et symétriques. Cette différence de statistique tient toujours à l'âge. Examinant en effet 1 406 crânes humains adultes de toutes races nous n'avons trouvé que 7 cas d'os coronaux, soit 0,5 0/0. Zoja sur 600 crânes en note 4 fois, soit 0,6 0/0. Examinant

leur fréquence suivant la race Frassetto les trouve plus abondants chez les *Européens* (45).

Ces os sont en général irréguliers, mais la forme rhombique, triangulaire (Frassetto) domine. Leur place vers la

Fig. 16.
Fœtus humain de 8 à 9 mois (n° 23).
Suture coronale gauche, vue latérale ;
os.st Osselet et fontanelle stéphaniques ;
f.st Fausse suture fronto-postfrontal.
(Grand. natur.)
(Labor d'anat.)

moitié de la suture coronale latérale est très fréquente ainsi que leurs parité et symétrie.

Or c'est justement en ce point que vient aboutir une des sutures surnuméraires du pariétal (suture antéro-postérieure ou *sagittale latérale*). Maggi y a pour cette raison placé une fontanelle anormale : la *fontanelle stéphanique*. Cette suture sagittale latérale surnuméraire a été fréquemment décrite par Hyrtl et Frassetto chez l'*homme* (45) par

Bolk chez les *Singes* (23), par Maggi chez *Stenops gracilis*, par Frassetto chez les *Carnivores* (chiens) et *Ungulés* (45) etc. La fontanelle stéphanique est donc elle aussi fréquente. L'osselet qui anormalement l'occupe mérite le nom de *osselet stéphanique* ou méta-stéphanique (Frassetto).

Nous considérons en rapport avec cette fontanelle et dans bien des cas avec cet osselet stéphanique, la proéminence que présente l'hémifrontal vers la moitié de son bord coronal. Par opposition avec le bec bregmatique nous pouvons l'appeler *bec* ou *processus stéphanique* du frontal (fig. 12 et fig. 16).

Sinon constant, du moins excessivement fréquent chez le fœtus humain (40 fois sur 54) et le jeune enfant, il peut être constitué par la soudure du bord supérieur frontal avec l'os stéphanique existant à ce niveau (9 fois sur 54). Nous avons constaté des formes intermédiaires permettant de produire cette affirmation.

Les os coronaux sont le plus souvent *stéphaniques*. Néamoins on en observe dans tous les points de la suture coronale. Il y en a de *para-bregmatique* ou stéphano-bregmatique (Frassetto), il y en a d'*épiptériques* ou stéphano-ptériques (Frassetto). Il est quelquefois difficile de différencier ces derniers d'avec les os ptériques.

Frassetto (45) fait aboutir le long de la suture coronale, la suture orthométopique (si tant est qu'elle existe) chez l'homme. De préférence il la fait aboutir en avant de la fontanelle stéphanique, place alors une nouvelle fontanelle qu'il appelle *pro-stéphanique* par opposition avec l'autre qui reçoit le nom de *méta-stéphanique*. Chez

d'autres Mammifères d'après Maggi cette suture aboutit au rebord orbitaire. Il y a là un certain illogisme (cf. Chap. VIII).

Les os coronaux qui par certains caractères importants peuvent être rattachés au frontal, à sa région, se soudent quelquefois aussi au pariétal.

XI

Centres post orbitaires alisphéno-frontaux

Maggi poursuivant les homologies jusqu'aux plus extrêmes limites de la théorie évolutionniste (et c'est ce qu'il y a de plus intéressant dans son œuvre bien qu'il aie souvent manqué de preuves, de faits) a recherché ce qui correspondait chez les Mammifères, aux plaques ostéodermiques post-orbitaires des Crossoptérygiens, Ganoïdes, Stégocéphales, Reptiles fossiles.

Il décrit sous ce même nom et comme tels des os intercalés entre l'alisphénoïde et le frontal (frontal principal et frontal postérieur) dans sa portion orbitaire, mais dans l'étude du développement normal on n'en rencontre aucune trace. Anormalement ils peuvent subsister sous les diverses formes wormiennes que nous allons étudier.

1° *Os sphéno-malo-frontaux* (fig. 17);

2° *Os alisphéno-frontaux* (fig. 18);

1° Les premiers sont situés à l'extrémité de la grande aile sphénoïdale entre 3 os. Ils font partie de la paroi externe de l'orbite ou paroi orbito-temporale, ne prennent nullement part à la formation du rebord orbitaire, peuvent être visibles des deux côtés, orbitaire et temporal, ou d'un

seul à la fois. Dans les deux cas nous leur considérons la même valeur.

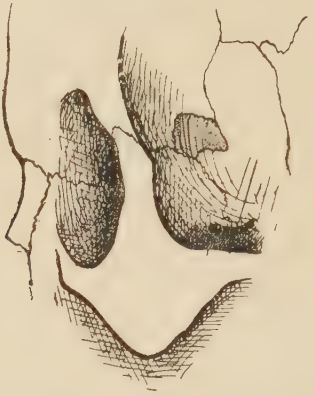

Fig. 17. — Crâne adulte, n° 2663 (Muséum de Paris).
Os-spheno-malo-frontal g. Vue latérale.

De forme arrondie, d'un centimètre carré de surface, uniques, unilatéraux ou bilatéraux et symétriques, ils sont

Fig. 18.
Crâne adulte.
Os alisphéno-frontal. — Vue exocranienne.
(Labor. d'anat.)

situés dans une zone où les sutures malaire, sphénoïdale, frontale sont toujours très dentelées, très irrégulières et ils correspondent à la *fontanelle fœtale sphéno-malo-fron-*

tale. Ce carrefour osseux chez l'adulte est exactement situé au point de rencontre de deux lignes qui prolongeraient les fentes sphénoïdale et sphéno-maxillaire. Chez le fœtus humain cette fontanelle s'oblitère dans le 8e mois. Jusqu'au 5e mois environ il existe un large espace inter-osseux s'étendant depuis le carrefour ptérique jusqu'au rebord orbitaire externe. On voit se produire un rapprochement entre les apophyses du malaire et du frontal, et entre la grande aile sphénoïdale et le frontal. Alors seulement les 2 fontanelles ptérique et sphéno-malo-frontale sont séparées, délimitées. C'est donc dans cet espace que se trouve situé l'osselet en question. Son développement est peu connu. Maggi l'a constaté chez un nouveau-né humain et chez un enfant de 6 jours.

G. Marro l'a signalé une fois chez l'adulte (90). Nous-mêmes l'avons jugé très rare puisque dans la grande quantité de crânes que nous avons eus à notre disposition nous ne pouvons signaler que les cas suivants :

Galerie d'Anthropologie du Muséum de Paris :

Crâne d'Ethiopien adulte, n° 9901, os unilatéral gauche.
Crâne de Pampéen, n° 10288, os unilatéral gauche.
Crâne de Péruvien, n° 5877, os unilatéral gauche.
» n° 5136, »
Crâne de Polynésien, n° 9228, »
» n° 6156, os unilatéral droit.
Crâne de Mélanésien, n° 9223, os unilatéral gauche.
» n° 7968, ?
Crâne d'Australien, n° 1509. ?

Galerie d'Anthropologie du Hunterian Museum.

Anglais moderne, 400-1, os bilatéral.
Ancien Welsh, 482-1, enfant, os unilatéral gauche.
Patagon, 1024-7, os bilatéral (visible seulement dans l'orbite).
Hindou, 633-47, os unilatéral gauche.
Hindou, 630, os bilatéral (visible seulement dans l'orbite). Cas type.

Voici donc 15 cas nouveaux d'os sphéno-malo-frontal sur environ 6.000 crânes, soit 0,25 %. Notre statistique doit être inférieure à la réalité. Elle nous montre en tous cas que cet os se retrouve dans toutes les races à peu près.

Maggi en a signalé un exemple net chez un jeune *gibbon*. Le même auteur, avec Paravicini, Taruffi, a décrit quelques cas de processus intra-frontal du malaire, au même endroit. Faut-il interpréter ces processus comme des os S. M. F. soudés secondairement au malaire. Nous en serions tentés.

2° Les seconds n'ont plus de rapport avec l'os jugal et sont simplement *alisphéno-frontaux*; on en observe deux variétés qui n'ont de commun que le nom (c'est là un défaut de la nomenclature que nous avons adoptée); les uns sont situés entre la grande aile du sphénoïde et le frontal, à mi-chemin entre la fontanelle ptérique et la fontanelle sphéno-malo-frontale. Ils sont uniquement visibles du côté de la fosse temporale et doivent vraisemblablement être considérés comme des formes aberrantes d'os ptériques. Nous allons décrire les autres.

De grandeur variée (5 à 30 millimètres), de forme irrégulière, ils font partie de l'étage antérieur du crâne ou sont situés juste à la limite de l'étage antérieur et du

moyen. Ils peuvent prendre part à la formation du toit de l'orbite. Ils sont enfin visibles soit du côté exocrânien, soit du côté endocrânien (nous ferons quelques restrictions dans ce cas, fig. 19), soit des deux à la fois. Très souvent ils sont bilatéraux et symétriques.

Ils sont rares et peu connus. Ne les ayant pas recherchés systématiquement nous ne citerons comme exemples que les crânes n° 4759, n° 6017, *australien* et *romain ancien* du Muséum de Paris.

Fig. 19. — Crâne adulte.
Os alisphéno-frontaux. Vue endocrânienne.

Nous considérons, comme ayant la même valeur, c'est-à-dire représentant un os primitivement indépendant, secondairement soudé à la grande aile sphénoïdale, le processus intra-frontal sphénoïdale ou *lamina orbitalis de la grande aile du sphénoïde*. Ces extensions de la grande aile et leur participation à la constitution de la pars orbitalis du frontal ont été signalées par Fusari, Staurenghi (127, 132), Tenchini et Zimmerl (139), G. Marro (90).

Fusari, Staurenghi, G. Marro ont noté, comme coïncidant avec l'extension de la grande aile dans le champ du frontal, la régresssion de la petite aile sphénoïdale ; ils ont attribué à ce fait une signification réversive (rétrogradation vers le type simiesque). Ces caractères se retrouvent chez un certain nombre de Mammifères ; les auteurs précédents les ont notés chez les Singes (*Simia satyrus* surtout, *Canis familiaris*, *Felis catus*, etc.).

N'ayant eu affaire la plupart du temps dans les collections anthropologiques qu'à des crânes non ouverts, nous n'avons pu dresser avec certitude de statistique sur ces anomalies ; nous ne signalerons à titre d'exemple (Muséum de Paris) que le crâne n° 7089, Californien, processus orbitaire alisphénoïdal bilatéral.

XII

Centre mammal

Le centre mammal est le dernier centre décrit par Maggi (79) dans la constitution ontogénétique et phylogénétique du frontal. Ce n'est pas le point le moins curieux de ses théories (fig. 9).

Ce centre rayonne sur tout l'os, unissant tous les centres que nous avons précédemment décrits, les raccordant les uns les autres, les recouvrant, faisant ainsi disparaître l'aspect aussi morcelé que présente phylogénétiquement le frontal, lui donnant un aspect mammal, car il est propre aux Mammifères seulement. Il siège à la bosse frontale. C'est un centre superposé qui cache en quelque sorte, chez l'adulte, tous les autres.

Chaque os du crâne, pour Maggi, a son centre mammal. Pour l'occipital, c'est la protubérance occipitale, pour le pariétal, c'est la bosse pariétale. Il est certain qu'il y a une part de vérité dans cette conception. Elle apparaît surtout en ce qui concerne le pariétal. Celui-ci est en effet primitivement constitué par deux centres, quelquefois trois ou même quatre. Ces centres ne sont pas des amas de trabécules nettement indépendants, c'est-à-dire isolés les uns des autres. Ils se touchent, s'anastomosent mais les

trabécules qui les constituent rayonnent de 2, 3, 4 centres différents. Dans une période ultérieure, ces centres primitifs de rayonnement disparaissent, les trabécules s'orientent suivant un centre nouveau, unique, qui correspond à la bosse pariétale : c'est le *centre mammal* par opposition aux centres ganoïdes, stégocéphaliques, primitifs, antécédents.

De même pour l'occipital. Il existe d'abord un grand nombre de noyaux osseux soit d'origine membraneuse, soit d'origine cartilagineuse, homologuables à des pièces éparses dans toute la série animale et quelquefois très éloignées ; ensuite tous ces centres se fondent et semblent, en quelque sorte, obéir à un nouveau centre : le *centre mammal* siégeant à la protubérance externe.

En ce qui concerne le frontal, le raisonnement est moins net parce que nous avons nié l'existence normale des préfrontaux, post-frontaux et sus-orbitaires, post-orbitaires, frontaux antérieurs moyens, frontaux postérieurs moyens ou tout au moins exigé de nouvelles et sérieuses preuves avant d'admettre leur existence. Néanmoins, nous avons noté que les premières traces osseuses n'apparaissent pas au point où sera plus tard la bosse frontale.

Nous ne conclurons point.

XIII

Centres orbitaires postérieurs

Les osselets que nous allons décrire sont peu connus. Nous les avons particulièrement étudiés. Le terme de centres orbitaires postérieurs, sous lequel nous les avons réunis est purement topographique, suivant la règle que nous nous sommes imposée, et ne doit laisser préjuger en rien de leur valeur. Ils n'ont certainement aucun rapport avec les centres post-orbitaires tels que les concevait Maggi. Nous les avons réunis sous un même titre parce qu'ils ont des caractères originels semblables. Nous les ferons se développer, en effet, aux dépens de l'extrémité antérieure du crâne primordial *cartilagineux* alors que tous les autres que nous avons étudiés jusqu'à présent se développent (doute pour quelques uns) aux dépens de l'enveloppe primitive *membraneuse* du crâne.

Classés topographiquement, nous les distinguons en :

1° *Os orbito-sphéno-frontaux* (fig. 20).

2° *Os ethmo-sphéno-frontaux* (fig. 22).

3° *Os ethmo-frontaux* (fig. 32).

1° Les os *orbito-sphéno-frontaux* ainsi que leur nom l'indique, sont situés entre la petite aile du sphénoïde et la pars orbitalis du frontal, sur le champ du frontal.

Leur proportion ne dépasse pas 1 0/0.

De grandeur variable, 1, 2, 3, 4 centimètres, de forme en général allongée transversalement, rectangulaire, ils

Fig. 20. — Européen adulte.
Os orbito-spheno-frontal droit. Vue exocranienne.

sont visibles endocrâniennement et exocrâniennement seulement.

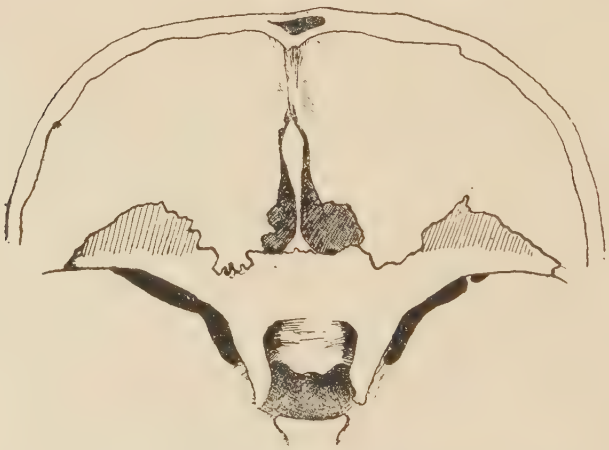

Fig. 21. — Européen adulte.
Processus orbito-spheno-frontaux. Os spheno-ethmo-frontaux (labor. d'anatomie).

Ils sont (sauf de rares exceptions) *beaucoup plus visibles* du côté cérébral que du côté oculaire et nous insis-

Fig. 22. — Crâne français adulte.
Os sphéno-ethmo-frontaux (lab. d'anatomie).

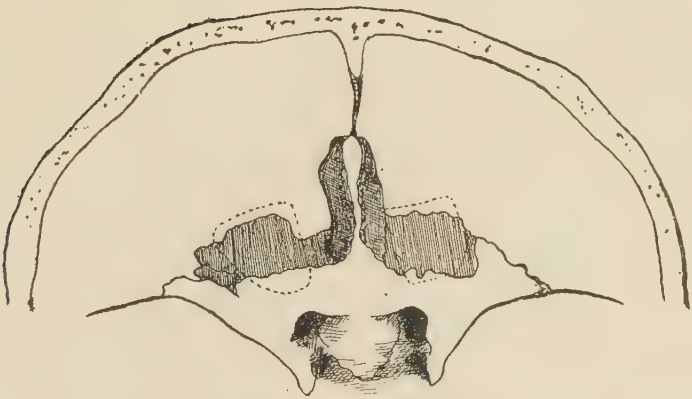

Fig. 23. — Crâne adulte.
Os sphéno-ethmo-frontaux (musée Broca).
Vue endocranienne. En pointillé contour exocranien, exceptionnellement plus développé dans le sens ant. post. que le contour endocranien.

Fig. 24. — Crâne de Peau-Rouge adulte, nº 3 760 (Muséum de Paris)
Face supér. de la loge orbitaire. Os sphéno-ethmo-frontaux très développés.

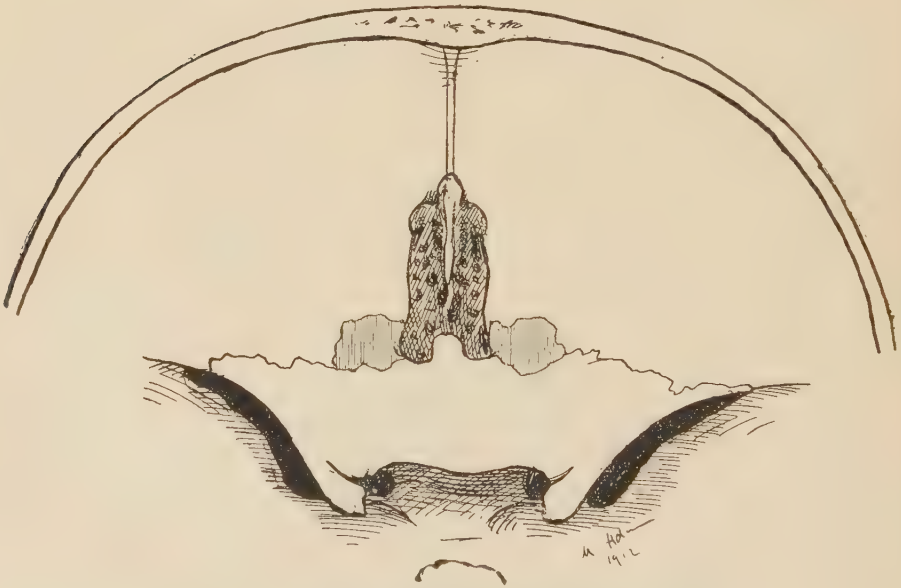

Fig. 25. — Crâne de Guaranis adulte (muséum de Paris)
Forme fréquente d'os S-E-F.

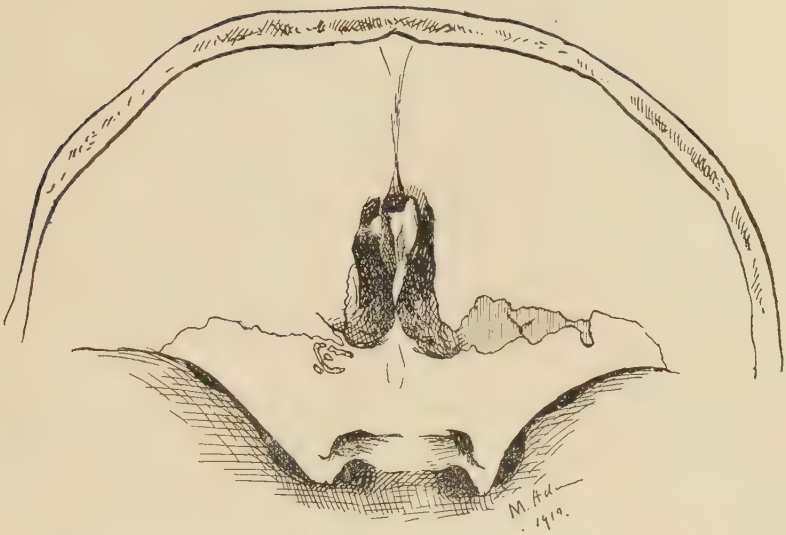

Fig. 26. — Femme adulte demi-microcéphale n° 578. (Coll. Esquirol, Musée Broca).
Os shéno-ethmo-frontal uni latéral droit.

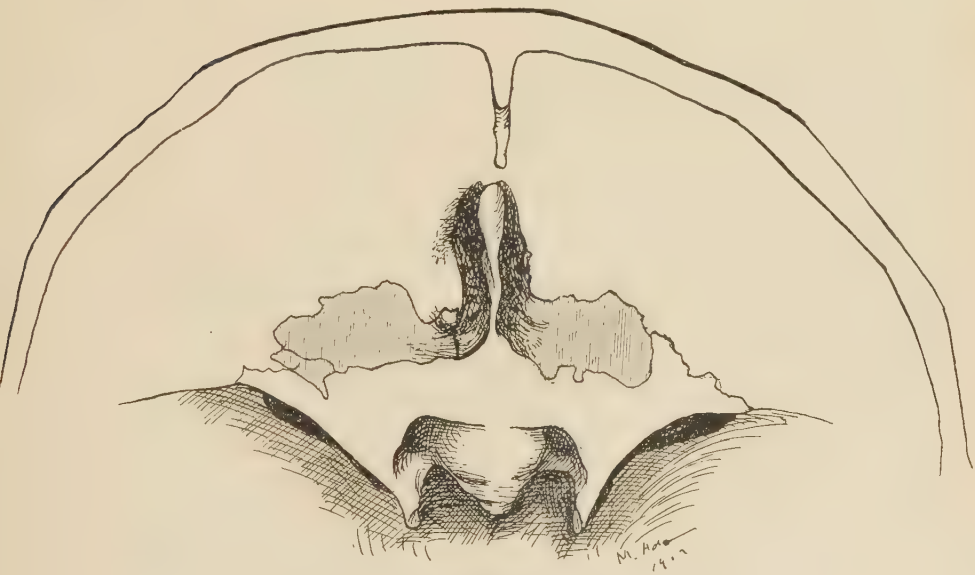

Fig. 27. — Crâne d'homme adulte (catacombes) (musée Broca)
Os sphéno-ethmo-frontaux. Os orbito-sphéno-frontal g.

tons sur ce caractère très important qui se répétera pour les 2 autres catégories d'osselets.

Par conséquent, il est facile de comprendre qu'ils sont sur leur face inférieure plus ou moins cachés, plus ou moins recouverts par le frontal qui semble, dans son développement, glisser au-dessous d'eux. Ils sont donc situés sur un *plan légèrement supérieur* à celui de la pars orbitalis frontalis.

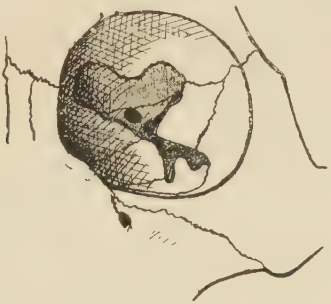

Fig. 28. — Processus sphéno-ethmo-frontal, côté gauche ; Disparition presque totale des sutures ethmoïdale et sphénoïdale. Nain microcéphale n° 3486 (Muséum de Paris).

Dans la majorité des cas, ils sont bilatéraux et symétriques. Leur épaisseur est faible comme le reste de la pars orbitalis.

Ils peuvent se souder aux os voisins et de préférence au sphénoïde ; ils forment alors un *processus orbito-sphénoïdal* ou *lamina orbitalis* des petites ailes, des auteurs (fig. 21). Cette opinion nous est propre, mais les figures ci-contre indiquent sa véracité : la figure 29 montre, cas rare, les limites incomplètes de l'os OS-F ; il est en train de se souder au frontal, seules les sutures latérales persistent à

droite et à gauche. La figure 30 représente la face endocrânienne de l'étage antérieur d'un crâne d'enfant féminin de 13 mois. On voit avec la plus grande netteté du côté

Fig. 29.
Crâne d'adulte.
Disparition partielle d'un os orbito-sphéno-frontal bilatéral.
(Musée de Montpellier).
(Communiqué par le Dr H. Vallois.)

gauche l'os orbito-sphéno-frontal, du côté droit, symétriquement placé et développé le processus orbito-sphénoïdal

Fig. 30.
Enfant de 13 mois.
Os orbito-sphéno-frontal. Même processus à droite.
(Gr. nat.)
(Labor. d'anatomie.)

intrafrontal. Dans ce cas, ni le processus droit, ni l'osselet gauche n'étaient visibles sur la face exocrânienne. La figure 31 montre un exemple semblable.

Ces os peuvent occuper suivant leur grandeur d'abord, suivant leur point de développement aussi, une place variable le long de la suture orbito-sphéno-frontale. C'est ainsi qu'ils peuvent se trouver à l'extrémité de la petite aile, semblant lui former un noyau accessoire (fig. 31) ; nous avons constaté ce fait chez un Gibbon et plusieurs autres Singes.

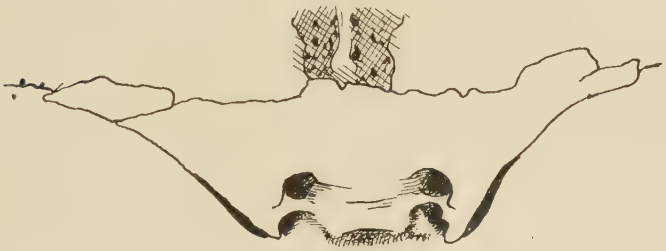

Fig. 31.
Os orbito-sphéno-frontal g. Même processus à droite
Enfant de 2 ans, (Gr. nat.)
(Labor. d'Anatomie.)

Ils peuvent s'éloigner de la petite aile et devenir os alisphéno-frontaux tout en gardant leurs caractères propres originels. C'est pourquoi nous avons fait quelques restrictions (p. 93) sur la valeur « post-orbitaire » de certains os alisphéno-frontaux (fig. 19).

2° Les *os ethmo-sphéno-frontaux* ne diffèrent des précédents qu'en ce qu'ils sont situés un peu plus en dedans. Ils prennent alors contact avec l'ethmoïde (lame criblée) avec lequel ils se soudent de bonne heure.

Ils présentent les mêmes caractères morphologiques que les précédents dont le principal est d'être situé sur un plan supérieur à celui du frontal, égal à celui du présphenoïde et de l'ethmoïde.

Ils sont donc eux aussi beaucoup plus visibles (visibles entièrement) du côté de l'endocrâne que du côté de l'exocrâne, c'est-à-dire de l'orbite. Le Double ne les signale pas dans son Traité des variations des os du crâne. Nous relevons cependant dans Humphry (1852) cette courte indication « un os wormien a été trouvé à la base du crâne à l'extrémité de l'aile de sphénoïde et entre le sphénoïde et l'ethmoïde » (p. 191) et plus loin « quelquefois il y a un ou plusieurs noyaux distincts ou os wormiens qui peuvent sembler faire partie soit du sphénoïde, soit du frontal, soit de la lame criblée de l'ethmoïde ». Sperino et Bovero (1896) étudiant les processus antisphénoïdiens du frontal (Staurenghi, 129) notent « l'isolement de ces processus développés sous forme de véritables wormiens », mais dans ce cas nous n'avons certainement pas affaire aux formations qui nous occupent. Czermack (1851) a publié une excellente monographie et doit être considéré comme le premier observateur de ces formations, Hyrtl également (1861), Spee en parle dans son article du Traité d'anatomie de Bardeleben (16). Tenchini et Zimmerl les ont étudiés (138), G. Marro en a signalé un cas (90) et nous mêmes (6).

Les cas connus jusqu'à présent sont rares. Nous en avons recherché de nouveaux sur une grande échelle. La statistique suivante porte sur 6.190 crânes; elle tend à établir des différences comparatives par race.

Races	Nombre de crânes	Os E-S-F	%	%
Hindous.	314	3	1	
Syro-Arabes . . .	93	1		
Berbères	40	0		1,1
Canariens	78	2		
Egyptiens	131	1		
Chinois.	136	1		
Mongols. . . .	45	0		0,25
Japonais	205	0		
Eskimos . . .	57	0		
Pampéens. . . .	93	1		
Guaranis.	87	7	8	
Péruviens	126	2		
Mexicains	83	1		
Pérou, Bolivie, Chili, Brésil.	143	8	5,5	3,18
Guyanne-Colombie .	9	0		
Fuégiens	11	1		
Patagons	46	3		
Californiens . . .	135	0		
Peaux-rouges. . .	87	2		
Polynésiens . . .	383	0		
Micronésiens. . .	206	1		0,17
Malais	203	0		
Mélanésiens . . .	444	2		0,27
Australiens . . .	77	0		
Bantous.	136	1		
Nègres d'Afrique. .	215	1		0,24
Ethiopiens. . . .	54	0		
English.	156	5		1,08
Scottish.				
Irish.				
Welsch				
Français	994	5	0,55	
Européens. . . .	50	0		
Portugais	10	0		
Espagnols	13	0		

Races	Nombre de crânes	Os E-S-F	%	%
Italiens.	177	3	1,7	
Grecs	66	1		
Germains	64	1		1,08
Scandinaves . . .	26	1		
Russes	7	1		
Anciens Romains .	527	1	0,2	
Fœtus et enfants européens.	330	7	2	
Aliénés (Esquirol) .	542	1	0,2	
Hydrocéphales . .	34	0		
Microcéphales. . .	30	1		
Autres déformés. .	57	0		

Remarquons la fréquence de cet os chez les *races sud-américaines* (3,1 %), chez les *Guaranis* en particulier (8 %). Il est au contraire plus rare dans les races *mongole* (0,25), *océanienne* (0,27), hindou (1), européenne (1,08).

Comme nous n'avons pas tenu compte de l'âge des sujets nos résultats globaux doivent être au-dessous de la vérité. En effet réunissant un certain nombre de crânes d'enfants européens (français, anglais) nous obtenons un pourcentage supérieur à celui que l'on observe chez les européens adultes ou très âgés : 2 au lieu de 1,08.

Il faut tenir compte encore que la majorité des crânes ne sont pas ouverts, sciés, dans les collections anthropologiques et que beaucoup de ces os peu ou point visibles exocrâniennement ont pu nous échapper. Chez les aliénés, chez les criminels, nos statistiques n'ont offert aucun intérêt particulier. L'hydrocéphalie ne semble pas être une cause adjuvante. Par contre chez un microcéphale et piu-

sieurs demi-microcéphales, nous avons observé l'os en question.

Sur ces 65 cas portant sur plus de 6.000 crânes et correspondant à un pourcentage global de 1 % environ, la *bilatéralité* existait dans 45 cas, l'*unilatéralité droite* dans 12 cas, l'*unilatéralité gauche* dans 7 cas. Dans quelques cas l'unilatéralité était manifestement due, non pas à l'absence unilatérale de l'osselet mais à sa fusion avec les os voisins,

Dans 20 cas où le sexe a été noté, nous trouvons 13 crânes masculins et 7 féminins.

Ces os ont une facile tendance à se souder au sphénoïde et à l'ethmoïde.

Somme toute ils sont parmi les os périfrontaux accessoires les plus fréquents quoique les moins connus.

Si nous englobions les 3 catégories d'osselets que nous sommes en train de décrire et les processus auxquels par soudure ils donnent souvent lieu, nous arriverions à une statistique globale élevée.

3° Les *os ethmo-frontaux* sont rares (fig. 32) On trouve plutôt des formes de transition entre eux et les précédents. Il est rare qu'ils dépassent la moitié postérieure du bord externe de la lame criblée. Ils sont en général petits et irréguliers. Quand ils atteignent de grandes dimensions ils prennent alors contact avec le présphénoïde et rentrent dans la catégorie précédente. Ils se soudent facilement à la lame criblée (*lamina orbitalis* de l'ethmoïde) Ils peuvent cœxister avec les os E-S-F et OF-S ou des processus de même nom (fig. 21).

Ils sont également très peu visibles du côté exocrânien. Les seules indications bibliographiques que nous ayons

trouvées à leur sujet sont celles de Tenchini et Zimmerl (138).

Addendum. Vrais et Faux os intercalaires. — Hyrtl (63) a décrit quelques-uns des os dont nous venons de parler sous le nom de *faux os wormiens* ou *faux os intercalaires*. Cette description répond au fait que nous signalions précédemment que quelquefois les os orbito-

Fig. 32.
Petits os ethmo-frontaux. (Musée Broca. Coll. Esquirol).

sphéno-frontaux sont invisibles du côté exocrânien, de même que nous avons vu certains os alisphéno-frontaux (p. 93) n'être pas visibles du côté endocrânien. Il en concluait que ces os étaient de faux os wormiens dus simplement à des défauts d'ossification des tables interne ou externe des os. Le terme « intercalaire » n'est pas sans nous rappeler la vieille conception que les anciens anatomistes avaient des os wormiens quand ils les considéraient comme les *clefs* de la voûte crânienne, intercalées pour en consolider l'architecture. L'étude du développement de ces os nous montrera qu'ils sont de vrais os wormiens

comme n'importe quel autre os wormien. Cette disposition spéciale aux osselets de l'étage antérieur du crâne était connue avant Hyrtl car nous lisons dans Bertin (1755). « J'ai vu quelquefois des os surnuméraires qui ne pénétraient pas jusque dans l'intérieur du crâne, mais ce qui est bien plus rare j'en ai vu quelques-uns qui ne pénétraient pas jusqu'à la table externe quoiqu'on les aperçut très distinctement dans l'intérieur du crâne » (Traité d'Ostéologie). Les os wormiens, qu'ils soient endocraniens ou exocraniens ou endo et exocrâniens ont la même valeur. Qu'ils soient visibles du côté crânial seulement, cela peut tenir à deux causes : 1° la table externe peut se synostoser avant l'interne, c'est le cas chez certains Mammifères ; la table interne avant l'externe, c'est le cas chez l'Homme ; 2° un os wormien peut être situé à la limite de deux os qui ne sont pas développés sur un même plan : tel est le cas des os orbito-sphéno-frontaux par exemple ; cet os n'est plus exactement intercalé, mais superposé. Mais son rôle de consolidation ou de remplissage nous paraît être bien médiocre ou secondaire ; sa signification ontogénétique ou phylogénétique seule est importante.

Nous distinguerons alors, non pas de vrais et de faux os wormiens mais des *os intercalés* et des *os superposés*. Sans qu'il existe d'os wormiens entre eux, le présphénoïde et le frontal sont superposés l'un à l'autre. Le frontal (pars orbitalis) est en effet situé sur un plan légèrement inférieur (quand on regarde une base intérieurement) à celui du présphénoïde. Lorsque l'on veut rechercher la limite antérieure du présphénoïde, le degré de développement de la petite aile, il faut regarder celle-ci du côté endocranien ; au

contraire lorsque l'on veut voir l'étendue maximum de la pars orbitalis frontalis il faut regarder celle-ci du côté orbitaire ou exocranien.

Nous serons également amenés à distinguer deux sortes de suture, deux sortes de *fontanelles* : les fontanelles ou espaces interosseux limitées par des os situés sur un même plan (fontanelle bregmatique par exemple) ; les fontanelles limitées par des os situées sur des plans différents. La *fontanelle orbitaire postérieure* décrite par Pozzi, Maggi et différenciée par Fusari (49) de la fontanelle adjacente rétro-ethmoïdale rentre dans cette seconde catégorie et est constituée par 3 os dont un, le frontal (pars orbitalis) est sur un plan, et dont les deux autres, ethmoïde et présphénoïde sont sur un plan un peu plus élevé. La forme de cette fontanelle, qui s'oblitère en général vers le 8e mois, ne sera donc pas sensiblement influencée par la présence d'un os wormien fontanellaire, que celui-ci se développe sur le plan du frontal (nous n'en connaissons pas d'exemple) ou sur le plan du présphénoïde (os E. S. F.) (fig. 33).

Staurenghi (130) parlant d'os wormiens pouvant être ainsi cachés par d'autres os a employé l'expression imagée *d'os cryptiques*.

Manouvrier a décrit sous le nom d'*os wormiens endo-frontaux* des formations situées en plein tissu osseux frontal et se distinguant nettement des os wormiens suturaux et fontanellaires. Avec juste raison il les attribue, ils sont d'ailleurs toujours très petits et irréguliers, à des impressions du tissu conjonctif dure-mérien, à des irrégularités légères dans le développement de la table interne (86).

F. Regnault ainsi que Bertin (19) signalent des petites formations exocraniennes analogues qui méritent à peine le nom d'osselets.

Dans un cas nous avons constaté un os ptérique assez développé pour envahir un peu du champ du frontal (pars

Fig. 33.

Enfant de 2 ans de 5 mois (Labor. d'anat.)
Vue endocrânienne des os OS. F.;
En pointillé, contour exocrânien (Grand. nat.)

orbitalis) bien que le fait ait été mis en doute (Maggi), et visible par place au-dessous de lui à travers des lacunes du tissu frontal. Il *simule* les formations décrites par Manouvrier.

Nous n'insisterons pas plus sur ces détails.

XIV

Le Frontal membraneux et le Frontal cartilagineux

Nous avons jusqu'à présent étudié le frontal dans son développement normal et anormal quantitativement. Nous avons noté les pièces constantes qui le constituent : elles sont au nombre de deux, *hémifrontale droite*, *hémifrontale gauche* : nous avons également noté les osselets plus ou moins fréquents qui s'ajoutent à ces deux pièces principales, sur leur pourtour, sur leur territoire, et compliquent singulièrement la constitution squelettique de cette région pourtant en apparence une des plus simples du crâne. Nous avons vu enfin quelle signification on avait donné, on pouvait donner à ces points d'ossification supplémentaires et rappelé entre autres théories les conceptions de Serres et de Maggi.

La question que nous nous poserons maintenant est celle-ci : dans quel tissu, ces pièces constantes ou inconstantes se développent-elles? Nous ferons ainsi l'histogénèse du frontal proprement dit et de tous ses os accessoires.

Si Albinus, Kerkringius faisaient se développer le frontal normal dans du tissu cartilagineux, par contre dès le XVIIIe siècle des auteurs comme Nesbitt infirmaient cette

assertion et reconnaissaient à cet os un substratum primitif *membraneux*. Il est facile de se rendre compte par de simples coupes faites chez des embryons ou des fœtus de Mammifères qu'à aucun moment on ne trouve de tissu cartilagineux autour de la pars frontalis du frontal. Il n'en est pas de même au niveau de la pars orbitalis. Si cette dernière prend son origine dans une trame purement conjonctive, il existe au-dessus d'elle, en vérité *indépendante* d'elle, à un certain stade du développement, une lame cartilagineuse bien connue : *lame sus orbitaire* sur les destinées de laquelle nous allons nous étendre quelque peu.

Disons auparavant que, de même que le frontal normal, les centres wormiens accessoires périphériques (post-frontal, pré-frontal (?), métopiques, bregmatiques, coronaux, post-orbitaires) se développent de par leur situation dans du tissu conjonctif embryonnaire. Les centres orbitaires postérieurs ont au contraire une toute autre destinée.

D'une façon générale le crâne humain est d'origine sous dermique ou membraneuse dans toute la région de la calotte, région en rapport avec le pallium cérébral. Sa base au contraire dérive d'un processus cartilagineux.

Chez les Vertébrés inférieurs, chez les Poissons, la squelettogénèse est plus simple, le crâne étant tout entier cartilagineux ou d'origine cartilagineuse. A mesure que l'on s'élève dans la série animale, et nous entendons par là *à mesure que l'encéphale prend un développement plus grand* (dans l'espace et dans le temps), les os de revêtement tendent à se substituer aux os d'origine cartilagineuse, jouent un rôle plus considérable. Peut-être est-ce grâce à leur caractère de plus grande souplesse, à leur

formation plus simple, plus rapide et plus modifiable dans le cours très long du développement cérébral ; car en général les os de cartilage ont des caractères de fixité que ne possèdent certainement pas les précédents.

La base du crâne humain formée tout d'abord de tissu mésenchymateux se transforme rapidement en tissu cartilagineux. Quand les pièces primitives (cartilages latéraux antérieurs et postérieurs) se sont soudées il en résulte une plaque quadrangulaire embrochée d'arrière en avant dans son tiers postérieur par la notocorde vertébrale, trouée de haut en bas dans son tiers moyen par la fosse hypophysaire et échancrée plus ou moins profondément sur ses bords par les capsules otiques, optiques et olfactives, Tel est le schéma classique (Hertwig) des premières ébauches basilaires. Nous l'avons esquissé brièvement.

Ensuite ces formations s'étendent et prennent, plus petites, plus grossières et moins ciselées en quelque sorte, l'aspect de la base craniale adulte. C'est ainsi qu'on y peut distinguer les trois étages définitifs. Chacune des régions cartilagineuses qui la constituent, présente à quelques uns près les détails, saillies, trous, échancrures qui caractériseront plus tard la région osseuse qui en dérivera. De telle sorte que l'on pourrait presque dire que l'ossification dans ces pièces ou modèles cartilagineux se borne en général à n'être qu'une substitution.

La base cartilagineuse, contrairement à la base osseuse qui en dérivera, ne présente pas de divisions nettes. C'est une lame unique. Néanmoins grâce aux détails d'architecture on peut y trouver une certaine distribution. Aux divisions trop générales des premiers anatomistes (région

vertébrale et évertébrale de Gegenbaur, cordale et précordale de Kœlliker) Gaupp et ses élèves ont substitué une division plus complexe, plus complète, certainement pas définitive, que nous suivrons : *regio occipitalis*, *otica*, *orbito-temporalis*, *ethmoidalis* (Ch. Mead).

Cette division n'est pas absolument d'accord avec ce que nous disions précédemment sur le parallélisme de l'architecture des pièces cartilagineuses primitives et des pièces osseuses secondaires. Les caractères généraux suivants nous diront pourquoi :

Quel que soit le maximum d'extension de ce crâne primordial, trois destinées différentes l'attendent :

1° Ou bien il restera cartilagineux ;

2° Ou bien il s'ossifiera ;

3° Ou bien *il régressera*.

Ces 3 faits se produisent, en des points différents bien entendu, mais le plus important est évidemment le dernier. Toute la surface occupée plus tard par le basi-occipital, les exoccipitaux, le supra-occipital, le rocher, le corps du pré et du post-sphénoïde, les grandes ailes (partie inférieure seulement), les petites ailes, l'éthmoïde pour le neurocrâne, est envahie progressivement par l'ossification. Dans le splanchnocrâne la cloison nasale en partie reste cartilagineuse. Enfin dans la région intermédiaire à la voûte et à la base (région que, étant donné la forme du crâne, il est difficile de limiter), en d'autre sorte sur toute la périphérie du crâne primordial cartilagineux, il se produira des phénomènes de régression intéressant le tissu chondral. Quel que soit son point maximum d'extension le *cartilage a toujours tendance*, à un moment déterminé de

l'évolution embryonnaire, *à regresser*, laissant pour ainsi dire, au tissu conjonctivo-vasculaire plus superficiel le soin de compléter les parois osseuses craniennes. En résumé tout le cartilage cranial n'est pas employé à l'ossification et c'est sur ses limites périphériques que l'on observe sa régression. Cette prodigalité de l'organisme à fabriquer un tissu destiné en partie à disparaître sans avoir joué un rôle bien défini (nous constatons des exemples semblables pour presque tous les organes) nous semble s'expliquer non pas comme une simple fantaisie de la nature mais comme étant le reste d'une organisation antérieure, très rationnelle en son temps, actuellement en voie de régression, *en voie seulement* par suite de la lenteur d'évolution des organismes.

Jacobson soutint que toute l'enveloppe pericérébrale était originairement cartilagineuse et créa alors le terme de crâne primordial qui n'est plus tout à fait exact aujourd'hui. Il ne tombait pas cependant dans l'erreur de ses anciens prédécesseurs (Albinus) et faisait se développer dans le tissu conjonctif périchondral les os dits de revêtement. Cette erreur en fait a vécu. On ne constate pas de tissu cartilagineux dans *toute* la calotte cranienne.

Il ne faudrait pas jouer avec les mots base, voûte ou calotte. Ces termes didactiques, descriptifs sont assez difficiles à préciser. Toute la calotte n'est pas purement conjonctive, toute la base même n'est pas purement cartilagineuse. Rien ne définit exactement l'une et l'autre, ni la forme ni l'origine.

Ainsi de la base cartilagineuse montent des prolongements vers la voûte, prolongements qui tous (au moins en partie) sont appelés à régresser : ainsi à la face interne de

la squame occipitale nous trouvons le *tectum posterius* ; à la face interne de la squame temporale et même du pariétal nous trouvons la *lamina parietalis* ; à la face interne de la grande aile sphénoïdale la *commissura orbito-parietalis* (chez certains Mammifères ou ses restes chez l'Homme). Certaines parties de la base régressent également : telle est à la face interne de la pars orbitalis frontalis la *lamina orbito-temporalis*.

Fig. 34.
Embryon humain de 18 cent., début du 5e mois, d'après Kollmann, cartilage en strié

Toutes ces formations dessinent sur la base ou sur la voûte une sorte de ceinture, de rebord cartilagineux qui ne dure qu'un temps dans l'évolution intra-utérine, disparaissent sans laisser de trace et de plus présentent des différences de développement d'un Mammifère à l'autre. Le crâne primordial est par exemple beaucoup plus réduit chez l'Homme que chez *Sus scrofa*.

Telle est la première notion sur laquelle nous voulions insister et qui ressort clairement des travaux si considérables de Hannover, de Parker, de Levi, Voigt, Fischer, Gaupp, etc.

Un second ordre d'idées que nous voudrions combiner

aux faits précédents est la signification phylogénétique que peut présenter au moins un des processus cartilagineux que nous savons avoir une existence transitoire et non définie : la *lamina orbito-temporalis*.

Nous avons vu les efforts, jusqu'à présent imparfaitement couronnés de succès de Serres, de Maggi, continués actuellement par Frassetto, pour homologuer le frontal ou plutôt les frontaux ostéodermiques, dans toute la série des Vertébrés. En ce qui concerne les os de la base d'origine cartilagineuse, les travaux sont plus anciens et plus décisifs.

Fig. 35.
Embryon humain de 3 mois (d'après Kollmann).
Vue endocrânienne de la plaque cartilagineuse basilaire (en clair).

A quelques détails près, l'occipital, le rocher, les post- et présphénoïdes osseux et cartilagineux sont homologuables, ont la même constitution chez tous les Vertébrés.

Or, il existe des Vertébrés, les Poissons, ayant un crâne entièrement cartilagineux ou entièrement d'origine cartilagineuse. Les processus cartilagineux existant chez des animaux plus différenciés (Mammifères), processus *transi-*

toires, supplémentaires aux quatre os précités sont-ils des restes, des *rudiments*? Il n'y a pas à en douter. Mais peut-on les homologuer? Nous sommes tentés de supposer que la *lame cartilagineuse sus-orbitaire* ou *regio orbito-temporalis* située en avant du présphénoïde correspond chez les Mammifères, chez l'Homme à ce qui, chez les Poissons, occupe la même situation, à peu près les mêmes fonctions et présente la même constitution histologique. Cette lame correspondrait à la région frontale de ces Vertébrés inférieurs en tout ou en partie (car l'anatomie comparée de l'ethmoïde est encore très imparfaite).

Nous voyons alors dans la région antérieure du crâne, région à laquelle on peut donner, d'une façon générale, le nom de frontale et exactement (selon les changements qu'ont subi les mots) : orbito-temporo-frontale, deux systèmes squelettiques suivant une destinée différente : une lame membraneuse ou plutôt constituée par un tissu conjonctivo-vasculaire embryonnaire qui s'ossifiera ; une lame cartilagineuse de moindre étendue qui régressera sans laisser normalement de traces. Nous donnerons à l'une le nom de *frontal membraneux* à l'autre le nom de *frontal cartilagineux*.

XV

Les Restes du frontal cartilagineux : Centre de l'épine nasale. Centres orbitaires postérieurs. (Centre ptérique)

L'étude des formations cartilagineuses du crâne a été si bien faite depuis Hannover jusqu'à G. Levi que, pour les besoins de ce travail, nous ne la reprendrons pas. Au stade de trois mois, chez l'Homme, d'après les auteurs classiques, l'aspect des plaques orbito temporalis est typique. Elles ont, enchâssant la régio ethmoïdalis, la forme d'un fer de lance très large. Cette regio ethmoïdalis, criblée de trous, deviendra après ossification la lame criblée de l'ethmoïde. Le bord postérieur ou base de la regio orbito-temporalis proprement dit s'ossifiera dans sa moitié interne pour donner l'apophyse d'Ingrassias. Le reste, lame cartilagineuse sus-orbitaire, que nous avons hypothétisé frontal cartilagineux a l'étendue et les rapports suivants : le sommet de la région orbito-temporalis est préethmoïdal et difficilement séparable, d'ailleurs, de la regio-ethmoïdalis propre. L'angle postéro-externe prolongeant ce qui deviendra plus tard l'apophyse d'Ingrassias,

s'étend presque dans la région *ptérique*, c'est-à-dire temporale, et est uni chez certains Mammifères (Sus scrofa par exemple) à la lamina parietalis par une bande cartilagineuse appelée *commissura parieto-orbitalis*. Le *bord antérieur* plus ou moins régulier unit le sommet à l'angle temporal ou postéro externe. Ainsi se trouve limitée dans dans chaque fosse orbitaire une lame doublant en quelque sorte, par la profondeur, la pars orbitalis d'origine membraneuse en grande partie déjà ossifiée. On voit cette lame (fig. 35) séparée de la portion présphénoïdale par un sillon, bientôt une fissure incomplète, irrégulière et variable d'ailleurs : *sulcus pre-sphénoïdalis* ; notons que le bord antérieur atteint à peine le rebord orbitaire, ne le dépasse jamais.

A des stades ultérieurs, on assiste à la régression progressive de la lame sus-orbitaire, laquelle se manifeste après une progression dans le développement, par son arrêt, puis par la production de trous, de fissures, leur exagération, enfin la désagrégation et la disparition complète de son tissu constituant. Les mêmes phénomènes se passent au niveau des autres processus cartilagineux destinés à disparaître. Non seulement ils cessent à un moment donné de se développer, mais régressent (lamina parietalis). Nous n'insisterons pas.

Mais, et le fait devient du plus haut intérêt, cette lame laisse normalement une toute petite trace (*épine nasale du frontal*) et anormalement des traces beaucoup plus importantes (*centres orbitaires postérieurs*, *centre ptérique* (?)).

Le *centre de l'épine nasale* du frontal a été découvert

par Rambaud et Renault et ne se rattache au frontal qu'après la naissance (1).

Les *centres orbitaires postérieurs* ont été décrits au chapitre XII. Ils comprennent les os *ethmo-frontaux*, *ethmo-sphéno-frontaux*, *orbito-sphéno-frontaux* et peut-être, avons-nous dit, *certains os alisphéno-frontaux*.

Pouvons-nous dire que ces os développent la lame cartilagineuse sus-orbitaire? Oui, bien que nous n'ayons pas fait de coupes histologiques de ces os pouvant nous les montrer se développant *au sein même* du tissu chondral; oui, parce que deux ordres de faits primordiaux y concourent. 1° Nous avons observé chez deux fœtus humains de 8 mois (fig. 36 et 37) un os orbito-sphéno-frontal et un os ethmo-sphéno-frontal situés au devant du présphénoïde, *au-dessus* du frontal, dans le tissu fibro-cartilagineux qui entoure encore le pré-sphénoïde à cette époque.

2° Nous avons grandement insisté sur ce caractère remarquable que les os OS-F, E-S-F, E-F et certains AS-F étaient situés *au-dessus* de la pars orbitalis frontalis et non dans son prolongement, sur le *même plan au contraire que le pré-sphénoïde* qui dérive de la lame cartilagineuse orbito-temporalis.

Le *centre ptérique* est beaucoup plus discutable.

Il existe dans la région ptérique de l'adulte des os wormiens quelquefois très volumineux, occupant la totalité de la *fontanelle ptérique* ou *inter-fronto-pariéto-sphéno-temporale* ou l'un de ses angles (*os pro-ptérique* et *méta-pté-*

(1) Bardeleben l'a considéré comme homologue du préfrontal d'origine cartilagineuse.

Fig. 36.
Fœtus humain de 8 mois.
Os orbitosphéno-frontaux (vue endocranienne).
(Labor. d'anatomie).

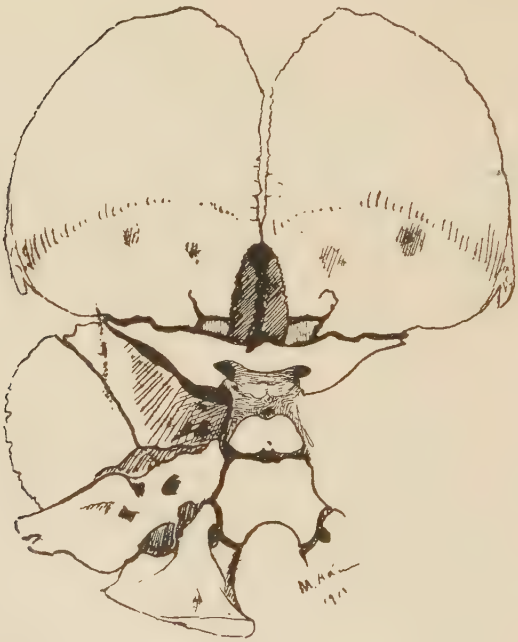

Fig. 37.
Fœtus humain de 8 mois.
Os spheno-ethmo-frontaux.
(Labor. d'anatomie).

rique de Frassetto). C'est un des points où il est le plus fréquent de rencontrer des os wormiens. Sutton même avait prétendu à tort que l'os ptérique était constant chez l'enfant (136). Le Double, faisant une statistique générale de toutes celles qui ont paru, trouve une proportion de 11,7 0/0. Une statistique personnelle portant sur 600 crânes nous amène à la proportion analogue de 11 0/0. L'os ptérique est en général bilatéral et symétrique. Très souvent, comme nous l'avons mentionné pour presque tous les os wormiens périfrontaux, il se soude à l'un des os qui l'encadre et porte alors le nom de *processus frontalis*, *parietalis*, *sphenoïdalis*, *temporalis* ptériques.

Sans insister sur la morphologie de cet os qui a fait l'objet de travaux considérables (cf. Le Double), nous ne mentionnerons que l'hypothèse de son origine cartilagineuse.

Sutton (136), Baraldi (10 et 11), ont soutenu les premiers que l'os ptérique ou épiptérique (Flower) naissait aux dépens de l'angle postéro externe ou temporal du cartilage orbito-temporalis. Les observations de ces auteurs ont porté sur l'Homme et quelques Mammifères (Ovis aries, Sus scrofa...). Elles ont été immédiatement prises à partie par Thomson (141), Bianchi (21), Ficalbi, Marimo et Gambara (88), Staurenghi (128), Le Double (71), etc.

Ces auteurs ont vu que l'os ptérique, dans toutes les coupes histologiques qu'ils ont faites, se développait dans du tissu membraneux.

L'os ptérique n'a pas été constaté avant le 6e mois chez l'Homme ; nous-mêmes n'avons pas eu la chance de le rencontrer avant le 6e mois et les productions cartilagi-

neuses ont alors régressé. Il existe bien dans la région un tissu fibreux, peut-être fibro-cartilagineux ou contenant des nodules cartilagineux aberrants, mais ce ne sont là que des suppositions. Néanmoins, le doute est permis. En tout cas, tous les os ptériques ne sont pas d'origine cartilagineuse, beaucoup sont certainement d'origine membraneuse, Baraldi lui-même l'a reconnu.

Fig. 38. — Os ptérique, vue latérale g.

Sutton, Ranke, Bardeleben homologuaient l'os ptérique au frontal postérieur. Or nous avons vu que le post-fronta des Reptiles, os de membrane, fait partie du cercle orbitaire. Maggi a insisté avec raison sur ce caractère.

W. Parker distingue le soi-disant frontal postérieur des Poissons, d'origine cartilagineuse, du *post-frontal* des Reptiles et l'appelle *sphénotique*. Baraldi homologuait avec raison, son os ptérique au *sphénotique* et non au post-frontal. Le Double s'est élevé contre le principe même de cette homologie, arguant des rapports respectifs, différents de ces deux os (ptérique et sphénotique). Il est vrai que chez

l'Homme le sphénotique a perdu ses relations avec l'otique, mais le remaniement dans la disposition des pièces osseuses a été si grand !

Maggi enfin a émis une autre hypothèse. Il homologue l'os ptérique et les os voisins aux plaques ostéo-dermiques des Crosso ptérygiens. Nous reproduirons à titre de document le passage suivant de son travail : « Nous voyons parfois chez l'Homme comme chez d'autres Mammifères les os astériques, ptériques, ptérocrotataux, crotataux, sus squameux, faire partie du crâne d'origine dermale ; tous ces os peuvent être sériés de manière à former une ligne d'osselets droite et gauche de l'astérion au ptérion comme les plaques osseuses *spiraculaires* des Polyptéres avec lesquelles elles ont de l'homologie et de l'homotypie » (79), simple hypothèse.

En tout cas on voit que même sans tenir compte du centre ptérique les restes du frontal cartilagineux sont anormalement assez importants. Il est actuellement impossible de dire à quelle partie (antérieure, moyenne, postérieure ou sphénotique de la région frontale cartilagineuse des Poissons), correspondent les différents osselets que nous avons décrits. Tout au plus peut-on faire de vagues suppositions d'après leur topographie. En tout cas l'on doit rechercher, théoriquement, non seulement le sphénotique mais le frontal antérieur et moyen cartilagineux puisque tous trois ont disparu, pour être remplacés par des productions nouvelles d'origine dermique (1).

(1) L'on pourrait presque comparer la lame sus-orbitaire au cartilage de Meckel et la pars orbitalis frontalis au maxillaire inférieur.

Résumé

Nous venons d'étudier les centres, normaux et anormaux, constitutifs du frontal ou mieux de la région frontale chez l'Homme.

Nous retiendrons les conclusions générales suivantes :

1° L'os hémifrontal de l'Homme se développe normalement par *un* centre d'ossification qui apparaît au stade de 31 millimètres un peu au-dessus de la limite de la pars orbitalis et de la pars frontalis de la région antérieure de la tête, limite qui deviendra plus tard l'arcade orbitaire.

2° Sur 54 embryons et fœtus humains, traités par des méthodes précises (de Schultze et de Spalteholz) nous n'avons pu distinguer de centre pré-frontal et post-frontal ni nettement tout autre centre.

3° Sur plus de 6.000 crânes humains de tout âge nous n'avons pu constater, suffisamment isolés pour être affirmés, les centres pré-frontaux et post-frontaux *tels* que les ont décrits chez le fœtus, Serres, Rambaud et Renault, Jhering, Maggi, Frassetto, etc.

Des recherches embryologiques et tératologiques faites

sur plusieurs autres Mammifères nous ont conduit au même résultat négatif.

4° Nous inclinons présentement à considérer, après Albrecht, l'*épimalaire* comme l'homologue du post-frontal des Reptiles.

Quant au pré-frontal il faut soit le considérer comme centre latent, soit le rechercher en tant que centre indépendant parmi les os wormiens, très rares, qui sont en rapport avec la pars nasalis du frontal. Ces os sont suivant leur topographie : *naso-frontaux*, *naso-maxillo-frontaux*, *naso-maxillo-lacrymo-frontaux*, *maxillo-lacrymo-frontaux*, *lacrymo-frontaux*. Parmi eux, les *os naso-maxillo-lacrymo-frontaux* nous semblent, avec Staurenghi, être le moins sujets à caution pour être considérés comme tels. Tous ces osselets pourraient être en vérité considérés comme des formes plus ou moins *aberrantes* d'un même centre : le pré-frontal, mais les rapports qu'ils contractent avec les os voisins eux-mêmes en état d'évolution ont poussé certains auteurs à leur donner telle ou telle origine et nous pousse nous-même à beaucoup de circonspection.

5° Nous n'avons pu constater ni normalement, ni anormalement, tant sur des fœtus que sur des adultes, les *centres orbitaires* décrits par Maggi.

6° La duplicité du centre frontal principal (antérieur et postérieur) n'est basée que sur la présence anormale de la fontanelle métopique et de la suture orthométopique. La *fontanelle métopique* existe assez fréquemment mais sa signification, loin d'être trouvée, peut être interprétée dans des sens multiples. Nous avons examiné les hypothèses de Maggi, Zanotti et Rahon, Bolk. Nous-mêmes avons sup-

posé gratuitement qu'elle pouvait être le reste de la limite du frontal et du pré-frontal au cas où l'interprétation précédente des os wormiens pré-frontaux serait erronée. Nous avons divisé, pour ne pas les confondre, les *sutures orthométopiques* en deux catégories : les *courtes* que nous avons constatées, les *longues* qui ont été décrites par Maggi et Frassetto seuls. Nous pensons, avec Staurenghi, que les courtes sont des *fissures* et non pas des sutures à proprement parler, en tout cas ont une origine *locale* très nette. Elles partent presque toujours de deux trous vasculaires (*foramina frontalia* analogues aux foramina parietalia) situés de part et d'autre à moins de 2 centimètres de la ligne médiane et retardant en ce point l'ossification. Les sutures longues ont été constatées suivant les deux auteurs précédents chez quelques rares Mammifères (cobaye, cheval...) en dehors de l'Homme. Elles aboutiraient au rebord orbitaire suivant Maggi.

7° Le centre *bregmatique fontanellaire* ne peut être considéré que comme centre anormal. Dans la majorité des cas il est simple. Soudé au frontal il se produit un processus que Coraini a nommé *bec bregmatique du frontal*, disposition très fréquente chez certains Singes (Cebus, etc...). Comme il n'est pas rare de rencontrer cet osselet divisé en deux soit par une suture sagittale, soit par une suture transversale, et même formé de trois segments, comme nous l'avons nous-mêmes constaté quadruple chez un fœtus hydrocéphale, il était naturel de supposer qu'il naissait aux dépens de quatre points d'ossification (Maggi), deux frontaux et deux pariétaux droits et gauches. La *discontinuité* des sutures métopique ou coronales ou sagittales

(Caraini, Stieda, Springer) entre elles et quelques autres faits peuvent être interprétés dans un sens analogue.

8° On a signalé depuis longtemps, mais peu fréquemment, des os wormiens le long des sutures métopique et coronale. Les premiers peuvent être classés en *osselets supra-nasaux*, *métopiques fontanellaires*, *pré-bregmatiques*. Bolk pour les premiers et même les seconds a émis l'hypothèse que c'étaient des restes des os nasaux et a présenté, en ce qui concerne les Singes, des faits très démonstratifs. Maggi a émis l'hypothèse que les os métopiques et coronaux étaient les homologues de pièces ostéodermiques de certains Acipenséridés, Crossoptérygiens, etc. Les os wormiens des sutures coronales sont moins faciles à classer. Parmi eux nous citerons, coïncidant avec l'extrémité antérieure de la suture sagittale latérale anormale du pariétal, fontanelle stéphanique, l'*os stéphanique fontanellaire* (Frassetto). Nous avons observé des cas où cet os soudé au frontal produisait un processus que nous avons appelé *bec stéphanique du frontal*, presque constant chez le fœtus humain, moins visible chez l'adulte.

9° Maggi décrit comme normaux des *centres post-orbitaires*. Nous ne les avons jamais constatés au cours du développement. Peut-on considérer comme tels, tout au moins ce sera une façon de les cataloguer, les os wormiens peu fréquents *sphéno-malo-frontaux* et *certains alisphéno-frontaux*?

10° Maggi conçoit donc l'hémifrontal comme constitué ontogénétiquement d'un grand nombre de centres. Pour les relier il suppose un nouveau centre propre aux Mammifères, le *centre mammal*, qui rayonne de la bosse fron-

tale, recouvre les précédents, les unifie mais marque en partie leur indépendance primitive. Hypothèse curieuse, mais audacieuse.

11° Après Czermack, Tenchini et Zimmerl, nous décrivons et étudions sous le nom général de centres orbitaires postérieurs des osselets wormiens intercalés entre le frontal, l'ethmoïde, le sphénoïde. Suivant leur position nous les divisons en *ethmo-frontaux, ethmo-sphéno-frontaux, orbito-sphéno-frontaux*; nous y ajoutons certains os *ali-sphéno-frontaux*. Ces os se soudent facilement au sphénoïde, à l'ethmoïde ou aux deux à la fois et donnent lieu à des processus prenant part à la constitution de la voûte orbitaire : *lamina orbitalis* de l'ethmoïde, du présphénoïde, du postsphénoïde.

Les os ethmo-sphéno-frontaux existent dans la proportion moyenne de 2 %. D'après l'examen de plus de 6.000 crânes nous avons établi une statistique ethnologique qui nous montre des variations extrêmes de 0,2 à 8 %.

12° Esquissant l'histogénèse des formations squelettiques de la région antérieure du crâne humain, nous trouvons un substratum membraneux primitif destiné à donner, après transformation osseuse, tous les centres normaux et anormaux de la région frontale (à l'exception des centres orbitaires postérieurs), en un mot un *frontal membraneux* primordial. Doublant la face interne de celui-ci dans sa partie orbitaire seulement, indépendante de lui, nous trouvons la lame cartilagineuse sus-orbitaire appartenant à la regio orbito-temporalis (Gaupp) du crâne primordial cartilagineux pouvant, peut-être, être considérée

tout au moins en partie, comme un *frontal cartilagineux* primordial, répondant au frontal cartilagineux des Vertébrés inférieurs. Ce dernier donne un centre normal : l'*épine nasale du frontal* (Rambaud et Renault) des centres anormaux, les centres orbitaires postérieurs, et suivant certains auteurs (Sutton, Baraldi), mais très discuté, le *centre ptérique*.

XVII

Conclusions générales

Sommes nous arrivés à trouver chez les Mammifères, chez l'Homme, soit normalement, soit anormalement une organisation squelettique frontale rappelant exactement celle que l'on a découverte chez des Vertébrés plus bas placés dans l'échelle morphologique animale?

Normalement, non.

Il était à prévoir que possédant des organes primaires, c'est-à-dire d'importance physiologique prépondérante hautement différenciés par rapport aux viscères homologues des animaux plus simplement constitués, l'homme présenterait des organes secondaires (organes de soutien, de protection) différemment édifiés. Il est pourtant curieux de constater qu'alors que ces organes primaires (cerveau) ont augmenté chez lui en volume et en complexité les organes secondaires (squelette) ont une architecture beaucoup plus schématique que chez les Vertébrés inférieurs.

Mais leur constitution pouvait cependant procéder des mêmes lois, leur développement passer par les mêmes phases?

Anormalement seulement nous avons constaté un certain nombre de faits qui pour le moment ne sauraient

trouver une explication plus satisfaisante que dans les audacieuses théories des homologies lointaines. Par contre devant l'insuffisance ou l'hypothétisme d'autres faits invoqués par Serres, Maggi et beaucoup d'autres, nous gardons une certaine prudence sinon un grand scepticisme.

Si les conclusions *dogmatiques* de ce travail paraissent dans leur ensemble plutôt négatives, l'étude des *faits*, leur observation, reprise ou nouvelle, nous ont conduit, nous l'espérons, à des conceptions sinon aussi audacieuses que ne l'avaient envisagé les auteurs précités, du moins plus larges que celles de leurs prédécesseurs et de la plupart de leurs contemporains.

L'étude des *os wormiens*, en particulier, prend une orientation plus décisive. Ils cessent d'être catalogués sous cette appellation historique trop vague et trop uniforme, fausse même, pour devenir dépendants de certains facteurs biologiques.

Ils cessent même d'être considérés sous la dépendance exclusive d'un de ces facteurs (accidentel, pathologique, mécanique) pour obéir à des lois d'ontogénie et peut-être de phylogénie, comme les autres os constitutifs de la boîte crânienne.

Ils sont d'abord les uns d'origine *membraneuse*, les autres d'origine *cartilagineuse*.

S'ils obéissent en second lieu aux facteurs précités ou tout au moins à certains d'entre eux, ils ne sont que *favorisés* dans leur croissance par ce ou ces facteurs et restent suivant leur point d'élection, suivant leur topographie, liés à un mode défini de *développement*.

La boîte crânienne peut sous une influence mécanique,

développement hypernormal du cerveau par exemple, mécanique et pathologique, hydrocéphalie, compléter les vides interosseux créés à la suite de cet état nouveau par une ossification supplémentaire mais *en faisant appel aux ressources ontogéniques et peut être phylogéniques* dont elle dispose et qu'elle possède chez tous les individus à un plus ou moins grand degré d'une façon latente.

De la même façon elle peut en cas de pénurie osseuse c'est-à-dire d'insuffisance de ses centres ostéogéniques normaux faire appel à des centres secondaires, tertiaires, suivant ses besoins, centres qui dans le développement régulier ne jouent aucun rôle et dont l'existence est plus ou moins cachée par l'évolution particulière à l'individu, à la race.

L'organe prend ainsi des caractères morphologiques anormaux, ou plutôt *atypiques*. Il perd le cachet particulier à son espèce et semble revêtir celui d'une espèce différente plus ou moins voisine.

En général où voyons-nous abondance d'os wormiens sous l'influence apparente d'un facteur mécanique exclusif? Ce n'est pas, comme cela devrait être conséquemment à cette seule cause, dans les fontanelles, dans les espaces suturaux les plus larges, les plus tardifs à s'ossifier (fontanelles bregmatiques, sutures coronales, sagittales). *C'est le plus souvent dans les sutures ou les fontanelles les moins étendues et les plus précoces à se former* (fontanelle ptérique).

C'est surtout dans les *régions intermédiaires* au crâne primordial cartilagineux et au crâne primordial membraneux (région occipitale, astérique, sus-temporale, ptérique,

orbitaire) régions d'*évolution*, d'instabilité si nous pouvons dire, régions d'organes squelettiques rudimentaires (surtout cartilagineux).

Il est vrai que l'homologie de ces formations osseuses anormales supplémentaires dont l'histogénèse commence à se préciser est, avons-nous dit, encore loin d'être faite. Leur signification phylogénétique est sujette à discussion, à doute. Mais c'est là une question dogmatique, indépendante des faits, loin d'être négligeable d'ailleurs, ne serait-ce que pour la description, la classification, la fréquence, l'étude en un mot des faits nouveaux ou anciens auxquels elle nous a conduite.

Vu :

Le Doyen,

GROSS

Vu et approuvé :

Le Président de Thèse,

ANCEL

Vu et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie.

Ch. ADAM

Correspondant de l'Institut.

BIBLIOGRAPHIE

1. Albinus. — *De ossibus corp. humani*, Leidæ, 1726.
2. » . — *Icones ossium fœtus humani...*, Leidæ, 1737.
3. » . — *Tabulæ ossium humanarum*, Leidæ, 1733.
4. Albrecht. — Die 4 Zwischenkiefer, das Quadratum, Quadratojugal, jugale, postfrontalia.... *Congrès périodique international des Sciences méd.*, 8e session, t. I, Copenhague, 1884.
5. A. Augier. — Recherches sur le développement des pariétaux. *Thèse de médecine*, Paris, 1875.
6. M. Augier. — Os inter-frontaux-ethmoïdo-sphénoïdal. *Bibliographie anatomique*, t. XXII, 1912.
7. M. Augier. — Les os frontaux accessoires. *Comptes rendus de l'Association des Anatomistes*, 1912.
8. P. Bade. — Die Entwicklung des menschlichen Skelets zur Geburt. Eine röntgographische Studie. *Archiv. für mikrosk. Anatomie*, 1900, Bd 55.
9. Balfour. — *Traité d'embryologie et d'organogénie*, Paris, 1883.
10. Baraldi. — Un fatto di atavismo. L'osso sfenotico nell' uomo. *Giornale di Anat. Fisiol. e Pat. degli animali domestici*, anno XX, fasc. III.
11. Baraldi. — Sull' osso sfenotico nell uomo. *Atti della Soc. Toscana di Sc. Nat.*, 1889-90, t. 7.
12. Barclay-Smith. — Two cases of wormian bones in the bregmatic fontanelle. *Journal of Anat. and Phys.*, Vol. XLIV, 1910.
13. Barclay-Smith. — A rare condition of wormian ossification. *J. of Anat. and Phys.*, Vol. XLIII, 1909.
14. Bardeen. — *Entwicklung des Skeletts*, in Keibel und Mall, 1910.

15. Bardeleben. — Über das Præfrontale und Postfrontale des Menschen. *Verhandlungen des anatomischen Gesellschaft*, 1896.

16. — Bardeleben. — *Handbuch der Anatomie des Menschen.* (Skelettlehre von Prof. Graf von Spee). Erster Band, Jena, 1896.

17. Baster. — *De Osteogenia*, Leyde, 1731.

18. Beclard. — Mémoire sur l'Ostéose. *Nouveau Journal de Médecine, Chirurgie, Pharmacie*, t. IV et V, Paris, 1819.

19. Bertin. — *Traité d'Ostéologie*, Paris, 1754.

20. C. Bertrand. — Conformation osseuse de la tête chez l'Homme et les Vertébrés. *Thèse de médecine*, Montpellier, 1862.

21. Bianchi.—Sul modo di sviluparsi dell osso wormiano epipterico nell uomo, osso sfenotico del Baraldi. *Lo Sperimentale*, 1889.

22. Bianchi. — Sur quelques variétés du crâne observées dans les fœtus humains et dans d'autres Mammifères. *Archives italiennes de Biologie*, t. XXI, 1894.

23. L. Bolk. — Über die Obliteration der Nathe am Affenschädel, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Nahtanomalien. *Zeitschrift fur Morphologie und Anthropologie*, t. XV, Stuttgart, 1912.

24. L. Bolk. — Die Herkunft der Fontanella metopica beim Menschen. *Verhandlungen des anatomischen Gesellschaft*, 1911, Jena.

25. Bradley. — Note on the skull of a lion. *Anat. Anzeig.*, 1905.

26. Breschet. — Recherches sur différentes pièces osseuses du squelette humain ou des animaux vertébrés. De l'os malaire. *Annales des Sc. Nat. Zoologie*, t. I, 1844, Paris.

27. J. Broman.— *Normale und abnorme Entwicklung des Menschen*, Wiesbaden, 1911.

28. Calori.— Sopra due processi anomali dell osso frontale nell uomo aventi il loro riscontri nei mammiferi specialmente carnivori. *Atti della Acad. di Sc. di Bologna*, 1892.

29. Chambellan. — Etude anatomique sur les os wormiens. *Thèse de médecine*, Paris, 1871.

30. Chauveau et Arloing. — *Anatomie comparée des animaux domestiques*, Paris, 1871.

31. Coiter. — *Tractatus anatomicus de ossibus fœtus abortivi et infantis dimidium annum nati*, Groningue, 1659.

32. Coraini. — Sur les os bregmatiques chez les fossiles, du Professeur Maggi. *Atti della Società romana di Antropologia*, t. V, 1898.

33. Coraini. — Les becs bregmatiques pariétaux et le bec bregmatique frontal. L'articulation bigéminée du bregma. *Giornale di Medicina legale*, anno III, 1896.

34. Cornevin.— Os wormiens de la face chez les animaux domestiques. *Bulletin Soc. d'Anthrop. de Lyon*, 1883.

35. Cruveilhier. — *Traité d'Anatomie*, Paris, 1862.

36. Cunningham. — Notes on the presense of supernumerary bones occupying the place of the pre-frontals in the skulls of certain mammals. *Proc. Zoolog. Soc.*, London, 1896 et 1899.

37. Czermack. — *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, Leipzig, 1851.

38. Debierre. — *Le crâne des criminels*, Paris, 1895.

39. Eysson. — *Tractatus de ossibus infantis cognoscendis, conservandis et curandis*, Groningue, 1659.

40. Fallope. — *Observationes anatomicæ*, Venetius, 1561.

41. Fawcet. — Development of the sphenoïd bone. *Journal of An. and Phys.*, Vol. XLIV, 1910.

42. Fawcet. — Reconstruction of the head of a thirty millimetre embryo. *Journal of An. and Phys.*, t. XLIV, 1910.

43. E. Fischer. — Zur Entwicklungsgeschichte des Affenschädels. *Zeitschrift fur Morphologie und Anthropologie*, Bd V, 1903.

44. Flower. — *Osteologia of the mammalia*, London, 1885.

45. Frassetto. — Notes de craniologie comparée. *Annales des Sciences Nat. Zoologie*, t. XVII, Paris, 1903.

46. Frassetto. — *Sullo sviluppo delle ossa del cranio nell uomo ed in altri primati*, Bologna, 1912.

47. Frassetto. — Sur les fontanelles du crâne chez l'homme, les Primates et les Mammifères en général. *C. R. du Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistorique*, session 12, Paris, 1900.

48. Frassetto. — Sur 4 centres d'ossification du Frontal dans un crâne d'Equus Caballus juv. *Bollet. dei musei di Zoologia e Anat. comp. della R. Univ. di Torino*, t. XVI, 1901.

49. Fusari. — Sul vari modi di costituzione della parte posteriore della lamina papiracea nell orbito dell' uomo. *Rivista sperimentale di Frenetria*, 1897.

50. Gegenbaur. — *Manuel d'Anatomie humaine* (trad.), Paris, 18.
51. Gerdy. — Recherches et propositions d'Anatomie.... *Thèse de médecine*, Paris, 1837.
52. Giuffrida-Ruggeri. — Os nasal bipartite, postfrontal et autres os wormiens dans le squelette facial. *Archives italiennes de Biologie*, t. XXXVI, 1901.
53. Giuffrida-Ruggeri. — Sur les résidus de la fontanelle métopique ou médiofrontale. *Rivista di Biologia generale*, 1901.
54. Gulliver. — A skull with wormian bones in the frontal suture. *Proc. of the Anat. Soc. of Great Britain and Ireland et J. of Anat. and Physiol.*, Vol. XXV, 1891.
55. Hamy. — De l'ostéogénie du Frontal chez l'homme à propos d'une double anomalie observée chez un monstre notencéphale. *Bulletin du Muséum d'Hist. Nat.*, Paris, 1900.
56. Hamy. — Fontanelles anormales du crâne humain. *Journal de l'Anat. et de la Phys.*, 1870-71, Paris.
57. Hannover. — *Le cartilage primordial et son unification dans le crâne humain avant la naissance*, Copenhague, 1881.
58. Hannover. — Sur la structure du crâne humain dans l'anencéphalie.... *C. R. du Congrès international des Sc. méd.*, t. I, Copenhague, 1886.
59. Hertwig. — *Traité d'embryologie* (trad. Julin), Paris.
60. Hill. — On the Schultze clearing method as used in the anatomical laboratory.... *Johns Hopkins Hospital Bulletin*, 1906, Baltimore, t. xvii.
61. Humphry. — *A treatise on the human skeleton*, Cambridge, 1858.
62. Huxley. — *Eléments d'anatomie comparée des animaux vertébrés* (trad.), Paris, 1875.
63. Hyrtl. — Uber wahre und falsche Schaltknochen in der Pars orbitalia des Stirnbeines. *Sitzungsberichte des math. naturwissenschaftlichen Klasse der K. Akad. der Wiss.*, Wien., 1861.
64. Jhering. — Die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Stirnbeins. *Reichertund du Bois Raymond Archiv fur Anat. und Phys.*, Leipzig, 1872.
65. Keibel et Mall. — *Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Bd I, Leipzig, 1910.
66. Kerkringius. — *Osteogenia fœtuum*, Amstelodami; 1670.
67. Kollmann. — *Handatlas des Entwicklungsgeschichte des Menschen* et *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Jena, 1907.

68. Lecourtois. — Essai sur l'anatomie de la voûte crânienne pendant les périodes embryonnaire, fœtale et infantile. *Thèse de médecine,* Paris, 1870.

69. Lecourtois. — Ossification du frontal et de l'occipital. *Bulletin de la Soc. anat. de Paris,* 1869.

70. Le Double. — Essai sur la morphogénie et les variations du lacrymal et des osselets périlacrymaux chez l'homme. *Bibliog. Anat.,* t. VIII.

71. Le Double. — *Traité des variations des os du crâne chez l'Homme,* Paris, 1903.

71bis. Le Double. — *Traité des variations des os de la face chez l'Homme,* Paris, 1906.

72. G. Levi. — Beitrag zum Studium der Entwicklung des knorpeligen Primordialcraniums des Menschen. *Archiv für mikroskopische Anatomie und Entw.,* 1900.

73. H. Luschka. — Die kleinsten Keilbeinflügel. *Zeitschr. für wissensch. Zoologie,* Bd VIII.

74. Maggi. — 2 Notes sur les fontanelles dans le squelette céphalique de quelques Mammifères. *Archives italiennes de Biologie,* 1891.

75. Maggi. — Sur la formation du trou sus-orbitaire. *Arch. ital. de Biolog.,* 1903.

76. Maggi. — Post-frontaux et sus-orbitaires chez les animaux et l'homme adulte. *Arch. Ital. de Biol.,* 1903.

77. Maggi. — Post-frontaux chez les Mammifères. *Arch. ital. de Biol.,* 1897, t. XXVIII.

78. Maggi. — Les os bregmatiques chez les fossiles. *Arch. ital. de Biol.,* 1897, t. XXVII.

79. Maggi. — Résultats de recherches sur les os et les fontanelles du crâne humain. *Arch. ital. de Biol.,* 1897, t. XXVII.

80. Maggi. — Autres résultats de recherches morphologiques sur les os et les fontanelles.... *Arch. ital. de Biol.,* 1898, t. XXX.

81. Maggi. — A propos des os bregmatiques chez les fossiles. *Arch. ital. de Biol.,* 1899, t. XXXI.

82. Maggi. — Fontanelle métopique et frontaux moyens quadruples chez les Vertébrés sup. *Arch. ital. de Biol.,* 1899. t. XXXII.

83. Mall. — On ossification centers in human embryo less than on hundred days old. *American journal of Anatomie,* Vol. V, 1906.

84. Malpighi. — *Opera omnia*, Londini, 1686.

85. Mangetus et Clericus. — *Bibliotheca anatomica*, Genevæ, 1699.

86. Manouvrier. — Os wormiens endo-frontaux. *Bullet. Soc. d'Anthrop.*, Paris, 1888.

87. Manouvrier. — Article : Os wormiens in *Dict. des Sc. anthropolog.*, Paris.

88. Marimo et Gambara. — Contribution à l'étude du ptérion dans le crâne humain. *Arch. per l'anthropologia*, t. XIX, 1889, Firenze.

89. G. Marro. — A proposito di nuove disposizione della parte mediale dell orbita. *Annali di Freniatria...*, Torino, t. XXVII, 1907.

90. G. Marro. — Raccolta e studio di variazioni craniche. *Id.*

91. Matiegka. — Uber das Os malare bipartitum. *Anat. Anzeig.*, t. XVI, 1899.

92. S. Mead. — The chrondrocranium of an embryo Pig (Sus scrofa).... *American Journal of Anatomy*, Vol. IX, 1909.

93. Meckel. — *Manuel d'Anatomie générale descriptive* (I), Paris, 1825.

94. Minot. — *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen*, Leipzig, 1894.

95. Nesbitt. — *The human osteogeny*, London, 1736.

96. Nicola. — Sur la suture zigomatico frontale. *Arch. ital de Biologie*, t. XLIII, 1905.

97. Nicolas, Poirier, Charpy. — *Traité d'Anatomie humaine*, Paris, 1911.

98. Papillaut. — La suture métopique et ses rapports avec la morphologie crânienne. *Mém. de la Soc. d'Anthropologie de Paris*, t. II, 1896.

99. Pariselle. — Des fontanelles, anatomie et pathologie. *Thèse de médecine*, Paris, 1900.

100. Parsons. — Notes on the coronal suture. *Journal of Anat. and Phys* , Vol. XL.

101. Piersol. — *Human Anatomy*, Philadelphia and London, 1907.

102. Pommerol. — Recherches sur la synostose des os du crâne. *Thèse de médecine*, Paris, 1869.

103. Pouchet et Beauregard. — *Ostéologie comparée*, Paris, 1889.

104. Quain. — *Quain's elements of Anatomy*, London and New-York, 1908.

105. Rambaud et Renault. — *Origine et développement des os*, Paris, 1864.

106. Ribbe. — Etude sur l'ordre d'oblitération des sutures du crâne dans les races humaines. *Thèse de médecine*, Paris, 1885.

107. Riolan. — *Manuel anatomique* (trad.), Paris, 1653.

108. Romiti. — *Trattato dell' Anatomia dell' uomo*, 1896.

109. Rosenmüller. — *Descrip. partium ext. oculi*, Leipzig. 1797.

110. Roule. — *Anatomie comparée des animaux basée sur l'embryologie*, Paris, 1898.

111. Rousseau. — Description d'un nouvel os, le lacrymal externe, *Annales des Sc. Nat.*, Paris, 1829, t. XVII.

112. Sabatier. — *Traité complet d'Anatomie*, Paris, 1772.

113. Sappey. — *Traité d'Anatomie humaine*, Paris, 1889.

114. Sauvage. — Recherches sur l'état sénile du crâne. *Thèse de médecine*, Paris, 1870.

115. G. Schwalbe. — Sur la suture métopique chez les primates. *Archiv. ital. de Biologie*, 1905, t. XLIV.

116. G. Schwalbe. — Fontanella metopica und supranasales Feld. *Anatomischer Anzeiger*, 1903, 23 Bd.

117. O. Schultze. — Ueber Herstellung und Conservirung durchsichtiger Embryonem zum Studium der Skeletbildung. *Verhandlungen des anatomischen Gesellschaft*, 1897.

118. Sergi. — Les formes du crâne humain dans le développement fœtal relativement aux formes adultes. *Archives ital. de Bio.*, 1901, t. XXXVI.

119. Serres. — Note sur le développement centripète du système osseux.... *C. R. Acad. des Sciences (section de phys. et physiologie)*, Paris, t. VI, 1838.

120. Th. Simon. — (Suture métopique). *Virchow's Arch.*, 1873.

121. Spalteholz (W). — *Uber das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten*, Leipzig, Hirzel, éditeur, 1911.

122. G. Sperino et Bovero. — Su la sutura metopica basilare o frontale basilare nel cranio umano. *Giornale della R. Ac. di Medicina di Torino*, 1896.

123. Springer. — Uber die Stirnnaht und de Stirnfontanellknochen beim Menschen. *In. Dis.*, Königsberg, 1897.

124. Staderini. — Sull' osso fontanellare medio frontale. *Monit. zoolog. italiano*, 1891.

125. Stannius et Siebold. — *Manuel d'Anatomie comparée* Paris, 1839.

126. Staurenghi. — Contribuzione alla osteogenese dell occipitale umano con una nota sullo sviluppo del frontale et del parietale dell uomo. *Bull. Soc. Medic. Chirurg. di Pavia*, 1897.

127. Staurenghi. — Appunti di osteologia sulla fossa anteriore della base del cranio del uomo e dei mammiferi. *Bull. Soc. Med. Chir. di Pavia*, 1895 (*Arch. Ital. de Biol.*, 1896).

128. Staurenghi. — Sull' inesistenza delle ossa pre et postfrontale nell cranio umano e dei Mammiferi con una appendice sull' osso sfenotico. Dell' ossificazione del frontale umano. *Gaz. Medica Lombarda*, 1898.

129. Staurenghi. — Suture métopique basale chez un criminel, quelques rongeurs et un pinnipède. Chez les oiseaux processus antisphénoïdien. *Arch. Ital. de Biologie*, 1900, t. XXXIII.

130. Staurenghi. — Sutures et os cryptiques recouverts. *Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft*, 1900.

131. Staurenghi. — Annotations sur l'os supra petrosum et les lamelles bregmatiques endocraniennes frontales et pariétales du Bos Taurus; fissures frontales parabregmatiques chez Eq. caballus, Athene noctua, Strix flammea. *Bull. della Soc. Medic. Chirurg. di Pavia*, 1900.

132. Staurenghi. — Rapports topographiques entre les petites ailes du présphénoïde et l'angle sphénoïdien du pariétal humain. *Boll. della Soc. Medic. Chirurg. di Pavia*, 1900.

133. Staurenghi. — Encore sur la fissura bregmatica lateralis apparemment suturale des Equidés. *Gazetta medica Lombarda*, 1904.

134. Staurenghi. — Développement du frontal. *Arch. ital. de Biologie*, 1900, t. XXXIV.

135. Stieda.— Uber die Stirnnhat und den Stirnfontanellen-Knochen. *C. R. 12e Congrès intern. Médic.*, Moscou, 1897, t. II.

136. Sutton. — On the relations of the orbito sphenoïd bone to the pterion.... *J. of Anat. and Phys.*, 1884, Vol. XVIII.

137. Tarin. — *Ostéographie*, Paris, 1753.

138. Tenchini et Zimmerl. — Sur les os wormiens de la fossa cranii anterior chez l'homme. *Archiv. ital. de Biologie*, 1903, t. XXXIX.

139. Tenchini et Zimmerl. — Un nouveau processus anormal de l'os sphénoïde de l'Homme *Archiv. ital. de Biologie*, 1903, t. XXXIX.

140. Testut. — *Traité d'Anatomie humaine*, t. I, Paris, 1901.

141. Thomson. — The pterion in different races of men. *Journal of Anatomy and Physiol.*, 1887-1888, Vol. XXII.

142. Thomas (A.). — The orbito maxillary frontal suture in man. *Journal of Anatomy and Phys.*, 1889, Vol. XXIV.

143. Tourneux. — *Précis d'embryologie humaine*, Paris, 1909.

144. Vater. — *Osteogenia*, Wittemberg, 1735.

145. Velpeau. — *Traité complet de l'art des accouchements*, Paris, 1835.

145, *bis*. Vialleton. — *Eléments de morphologie des Vertébrés*, Paris, 1911.

146. Vogt et Yung. — *Traité d'anatomie comparée*, Paris, 1894.

147. Voit. — Das Primordialcranium des Kaninchens.... *Anatomische Hefte*, 1909, 116 Heft.

148. Weber (A.). — Variation des os propres du nez chez Macacus innuus. *Bulletin de la Soc. d'Hist. nat. de l'Afrique du Nord*, 1912.

149. Yardin. — De l'homologie des os du crâne. *Thèse de médecine*, Paris, 1897.

150. Zabel E.— Varietäten und vollständiges Fehlen des Thränenbeins beim Menschen. *Anatomische Hefte. Merkel und Bonnet*, 1900, 47 Heft.

151. Zanotti. — La fontanelle métopique et sa signification. *Arch. ital. de Biologie*, 1903, t. XXXIX.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
I. Introduction	11
II. Plan. Techniques. Matériel	13
III. Le Frontal unique de l'homme et sa pluralité chez les Reptiles et les Poissons	23
IV. Le Centre frontal moyen ou principal	29
V. Le Centre pré-frontal	39
VI. Le Centre post-frontal	53
VII. Le Centre sus-orbitaire	59
VIII. Duplicité du centre frontal moyen ou principal	61
IX. Le Centre bregmatique	71
X. Les Centres métopiques et coronaux	83
XI. Les Centres post-orbitaires	89
XII. Centre mammal	95
XIII. Centres orbitaires postérieurs	97
XIV. Le frontal membraneux et le frontal cartilagineux	115
XV. Les restes du frontal cartilagineux : Centre de l'épine nasale. Centres orbitaires postérieurs (centre ptérique)	123
XVI. Résumé	131
XVII. Conclusions générales	137
Bibliographie	141

SAINT-AMAND (CHER). — IMPRIMERIE BUSSIÈRE.